

延保服务的供应链收益共享合同选择

艾兴政, 张 越, 李晓静, 汪敢甫
(电子科技大学经济与管理学院, 四川 成都 610054)

摘要: 构建由单供应商与单零售商分别提供延保服务的单供应链模型, 识别供应链协调的可行性与收益共享合同的协调区间, 揭示不同参与者提供延保服务对供应链系统绩效的影响. 研究发现: 无论哪方提供延保服务, 收益共享合同都能协调供应链, 当收益共享比例在一定区间时, 供应链成员能实现帕累托改进, 且不同参与者提供延保服务的供应链利润高低取决于延保服务成本与延保服务需求敏感系数. 并进一步研究了产品需求敏感系数、延保服务需求敏感系数、延保服务成本及延保服务时长对收益分配比例的影响.

关键词: 延保; 协调; 收益共享

中图分类号: TPF272.3

文献标识码: A

文章编号: 1000-5781(2018)04-0500-11

doi: 10.13383/j.cnki.jse.2018.04.007

Revenue sharing contract of supply chain under extended warranties services

Ai Xingzheng, Zhang Yue, Li Xiaojing, Wang Ganfu

(School of Economics and Management, University of Electronic Science and Technology of China,
Chengdu 610054, China)

Abstract: This paper models a supply chain consisting of a manufacturer and a retailer, where either the manufacturer or the retailer provides pay-needed extended warranty separately. The paper identifies the coordination region of revenue sharing contracts and reveals the impact of different providers of extended warranty on the profits of the supply chain. The result shows that: The revenue sharing contract can achieve supply chain coordination; when the ratio of revenue sharing locates in a certain region, players can realize Pareto improvement. The profits of the supply chain depends on the cost of the extended warranty and the sensitivity coefficient of the extended warranty. Finally, it investigates what factors affect the ratio of revenue sharing.

Key words: extended warranty; coordination; revenue sharing contract

1 引言

随着国内经济迅猛发展, 市场竞争日益激烈, 企业努力寻求新的竞争优势, 纷纷致力于有偿延保服务. 有偿延保服务, 即超过产品正常的质保范围后, 对产品的质保时间和质保范围进行拓展, 提供维修以及产品替换等服务, 但消费者需要支付一定费用. 延保主要体现在手机、家电、电脑以及汽车等竞争激烈行业. 汽车行业中消费者购买延保的比例在 30% 左右, 然而在家电行业其比例高达 75%^[1]. 据统计, 戴尔 30% 的收入和苹果 40% 的收入都来自有偿延保服务. 除了大型制造商提供延保以外, 许多大型零售商也纷纷加入了延

收稿日期: 2015-07-06; 修订日期: 2015-11-30.

基金项目: 国家自然科学基金重点资助项目 (71432003; 71531003); 国家自然科学基金资助项目 (71372140).

保市场。比如全球最大的家电零售商百思买 (Best Buy) 通过有偿延保服务获得的营业利润占 50%, 美国电路城公司 (Circuit City) 几乎所有的营业利润来自有偿延保服务。国内第一个延保业务——家安保, 由国美于 2006 年推出, 而苏宁紧随其后推出了延保业务——阳光包。2013 年, 各大型购物网站诸如京东、天猫等都推出了延保业务, 消费者购买商品的时候可以选择不同种类的延保, 可以在提交订单时购买, 或者加入购物车之后进行购买。

近年来, 已有广泛文献从消费者或制造商角度研究延保服务政策。Cralg & Jeffrey^[2] 指出消费者将延保服务作为风险规避工具, 制造商把延保服务作为消费者的服务, 同时也是其收入来源。Lutz^[3] 从消费者和销售者认知角度提出质保作为产品质量和销售者激励的信号。Padmanabhan & Rao^[4] 研究了消费者风险偏好异质的制造商质保策略。Padmanabhan^[5] 考虑消费者使用产品的差异性和道德风险因素, 指出耐用产品应设计基保和延保的自我选择菜单来满足消费者多样化需求。Lam 等^[6] 研究了成本预测的完全理性消费者如何影响制造商的延保服务策略。Nancy & Padmanabhan^[7] 考虑了制造商的道德风险对其延保服务政策影响。Vittal^[8] 研究制造商考虑财务风险和不确定性对延保服务政策的影响。

上述文献主要从供应链节点研究延保服务政策, 较少从供应链系统视角研究延保服务政策。Bouguerra & Chelbi^[9] 研究了整个产品生命周期的总平均成本对制造商延保服务定价的影响。Li^[10] 从决策权角度研究了单链的延保服务策略, 提出了 EWP (延保提供者) 与 EWR (延保售卖者) 两种模型。王素娟等^[11] 考虑延保服务吸引力指数对延保服务政策与参与者利润的影响, 并指出在供需双方吸引力指数相同时, 零售商提供延保服务为供应链成员赢得更高利润。这些文献研究主要集中在延保的决策权问题, 并没有回答基于延保服务的供应链协调问题。然后, Heese^[12] 构建了两个竞争制造商与一个零售商的供应链模型, 研究了零售商提供延保服务的供应链结构, 但没有讨论制造商提供延保服务和供应链协调的问题。马建华等^[13] 从竞争供应链角度研究了延保服务对供应链结构选择的影响, 但没有考虑不同主体提供延保服务, 也没有考虑供应链协调的问题。

本文也与收益共享文献有关。Gerchak^[14] 研究组装供应链中收益共享合同可以实现协调, 且成员都能达到帕累托改进。Mortimer^[15] 讨论了录像租赁业中收益共享合同对整个市场的影响。Cachon & Lariviere^[16] 构建了二级供应链收益共享模型, 需求函数模型包含以 Lilien^[17] 为代表的确定性需求, 以及以 Tsay^[18] 为代表的随机需求, 比较全面归纳了收益共享合同协调供应链的特征。本文采用类似方法构建收益共享合同。

综上, 已有文献没有综合考虑不同参与者分别提供延保服务及供应链协调问题。因此, 本文构建了分别由制造商提供延保服务和零售商提供延保服务的单供应链模型, 揭示不同参与者提供延保服务对供应链绩效影响, 识别延保服务供应链实现协调时收益共享合同的协调区间。研究结果为延保服务运作创新提供理论依据。

2 延保服务供应链模型

本文构建了一条包含单个供应商和单个零售商的基于有偿延保的供应链。其中分为供应商提供延保和零售商提供延保两种情况, 分散决策情况下是由供应商给定批发价, 然后零售商根据批发价决定产品销售价格。

根据 Li^[11], 产品需求函数、延保需求函数和延保成本函数分别为

$$\begin{aligned} q &= 1 - bp, \\ q_e &= 1 - bp - d \frac{p_e}{t}, \\ C_e &= ct^2, \end{aligned}$$

其中 p : 零售商销售价格; p_e : 延保服务销售价格; w : 零售商的批发价格; b : 商品需求敏感系数且 $b > 0$; t : 延保时长; d : 延保需求敏感系数且 $d > 0$; q : 商品需求量; q_e : 延保服务需求量; c : 单位时长的延保成本; C_e : 单个延保服务总成本。为研究有偿延保的供应链收益共享合同, 本文以批发价格合同为基准, 以便进行对比。

本文采用基于联盟的收益共享合同, 其结构为 $\lambda \pi_s^c = \pi_r^R, (1 - \lambda) \pi_s^c = \pi_m^R$, 其中 λ 是零售商的收益共享

因子, $1 - \lambda$ 时制造商的收益共享因子, π_s^c 为集中决策时供应链协调利润, π_r^R , π_m^R 分别为分散决策时零售商和制造商的利润. 可以通过纵向的双方谈判确定收益分配比例而实现收益再配置, 因而双方可以基于其供应链系统收益最大化和节点企业同时实现帕累托改进实施收益共享策略. 假定: 1) 零售商订购量即为市场需求量, 且没有库存; 2) 在生产和销售环节中, 库存成本和销售成本均为零; 3) 零售商和制造商两种情况下, 单位时长的延保成本相等. 本文的绩效主要是指产出绩效, 即收益减去成本之后的净利润.

2.1 基于有偿延保的中心化模型

因考察分散化下供应链的协调可行性, 需以集中决策下系统效益为基准, 所以系统决策模型为

$$\text{Max}_{p, p_e} \pi_s^c = p(1 - bp) + (p_e - ct^2) \left(1 - bp - \frac{dp_e}{t}\right). \quad (1)$$

通过最优化一阶条件并记此情形为上标 c , 可得到供应链最优产品销售价格和最优延保服务价格分别为

$$p^c = (bcdt^2 - bt + 2d)/b(4d - bt), \quad p_e^c = -t(-bct^2 + 2cdt + 1)/(4d - bt).$$

代入式(1)得

$$\pi_s^c = d(bdc^2t^3 - bct^2 + 1)/b(4d - bt),$$

其中 $4d > bt$.

2.2 零售商提供延保的分散化模型

为研究分散化下供应链的协调可行性, 同样需要分析分散化下供应链的系统效益, 此时零售商和制造商的决策模型分别如下

$$\pi_r^d = (p - w)(1 - bp) + (p_e - ct^2) \left(1 - bp - \frac{dp_e}{t}\right), \quad (2)$$

$$\pi_m^d = w(1 - bp). \quad (3)$$

根据倒推法, 并记上标 d 为此情形, 由式(2)和式(3)可得零售商提供延保下制造商批发价格、产品销售价格和延保服务价格分别为

$$w^d = (2 - bct^2)/4b, \quad (4)$$

$$p^d = (bcdt^2 - 2bt + 6d)/2(4bd - b^2t), \quad (5)$$

$$p_e^d = t(-3bct^2 + 8cdt + 2)/4(4d - bt). \quad (6)$$

将式(4)、式(5)、式(6)分别代入式(2)、式(3)得零售商和制造商的绩效分别为

$$\pi_r^d = d(-3b^2c^2t^4 + 16bdc^2t^3 - 4bct^2 + 4)/16b(4d - bt), \quad (7)$$

$$\pi_m^d = d(bct^2 - 2)^2/8b(4d - bt). \quad (8)$$

因此, 可以得到供应链系统的绩效为

$$\pi_s^d = d(-b^2c^2t^4 + 16bdc^2t^3 - 12bct^2 + 12)/16b(4d - bt), \quad (9)$$

其中 $bct^2 < 2$.

2.3 制造商提供延保的分散化模型

本小节研究制造商提供延保服务时, 分散决策下系统参与者的绩效和整个系统的绩效. 因此, 零售商和制造商的决策问题分别如下

$$\text{Max}_p \pi_r^d = (p - w)(1 - bp), \quad (10)$$

$$\text{Max}_{w, p_e} \pi_m^d = w(1 - bp) + (p_e - ct^2) \left(1 - bp - \frac{dp_e}{t}\right). \quad (11)$$

根据倒推法, 并记上标 d' 为此情形, 由式(10)和式(11)可得制造商提供延保下制造商批发价格、产品销售价格及延保服务价格分别为

$$w^{d'} = (-bct^3 + 4cdt^2 + t)/(8d - bt), \quad (12)$$

$$p^{d'} = (8d + 4bcdt^2 - b^2ct^3)/2b(8d - bt), \quad (13)$$

$$p_e^{d'} = (2bcdt^2 - bt + 4d)/b(8d - bt). \quad (14)$$

将均衡的批发价、产品零售价和延保服务价都分别代入式(10)和式(11)得零售商与制造商的利润分别为

$$\pi_r^{d'} = (bct^2 - 2)^2(4d - bt)^2/4b(8d - bt)^2, \quad (15)$$

$$\pi_m^{d'} = d(12b^2c^2d^2t^4 + 2b^2c^2dt^5 - b^4c^2t^6 + 16bcd^2t^2 - 24b^2cdt^3 + 5b^3ct^4 - 16d^2 + 24bdt - 5b^2t^2)/b^2t(8d - bt)^2. \quad (16)$$

根据式(15)和式(16) 容易得到供应链系统绩效为

$$\pi_s^{d'} = (b^5c^2t^7 - 12b^4c^2dt^6 - 4b^4ct^5 + 24b^3c^2d^2t^5 + 52b^3cdt^4 + 4b^3t^3 + 48b^2c^2d^3t^4 - 160b^2cd^2t^3 - 52b^2dt^2 + 64bcd^3t^2 + 160bd^2t - 64d^3)/[4b^2t(8d - bt)^2]. \quad (17)$$

3 协调可行性分析

3.1 零售商提供延保情形下协调可行性分析

分析协调的可行性, 需要对中心化模式下与零售商提供延保的分散化模式下供应链总绩效进行对比. 令 s_1 为零售商提供延保的分散化模式下的协调空间, $s_1 = \pi_s^c - \pi_s^{d'}$.

命题 1 零售商提供延保服务时, 中心化供应链系统利润总是高于分散化供应链系统利润, 因为, $s_1 = d(bct^2 - 2)^2/16b(4d - bt) > 0$.

命题 1 说明无论产品需求敏感系数、延保服务成本、延保服务时长以及延保服务需求敏感系数如何变动, 协调空间总是存在.

为了能够更加直观的考察各参数对协调空间的影响, 引入可协调空间占比, 令 $s_1^r = s_1/\pi_s^d$, 即 s_1^r 作为可协调空间占比, $s_1^r > 0$, 由于 $bct^2 < 2$, $4d > bt$, 因此, 并分别取适当范围进行数值模拟如图1~图4, 进一步得到 s_1^r 随产品需求敏感系数、延保服务成本的增加而减小, 随延保服务时长的增加先增加到最高峰后逐渐减小, 随延保服务需求敏感系数增大而增大. 从 s_1^r 空间随诸多参数的变动情况来看, 延保服务成本的减小对引入合同协调改进绩效的价值较高, 产品需求敏感系数和延保服务时长的变动对引入合同改进绩效的影响适中, 延保服务需求敏感系数对改进绩效的价值不明显. 因此降低延保服务成本能够显著增加供应链引入合同改进绩效的动力, 选取需求较为稳定的产品, 并且选取相对较短 (2年~3年) 的延保时长都能促进供应链引入合同改进绩效 (如图 3), 而且发现, 由零售商提供延保服务时, 存在系统绩效改进的最佳延保期限.

3.2 制造商提供延保情形下协调可行性分析

分析协调的可行性, 需要对中心化模式下与制造商提供延保的分散化模式下供应链总利润进行对比. 令 s_2 为零售商提供延保的分散化模式下的协调空间, $s_2 = \pi_s^c - \pi_s^{d'}$.

命题 2 制造商提供延保服务时, 中心化供应链系统利润总高于分散化供应链系统利润, 当且仅当 $s_2 = \frac{(bct^2 - 2)^2h}{4b^2t(4d - bt)(8d - bt)^2} > 0$, 其中 $h = [b^2t^2 + 8d^2(1 - b^2t^2)]^2 + 4bd^2t(4d - bt)$.

命题 2 说明无论产品需求敏感系数、延保服务成本、延保服务时长以及延保服务需求敏感系数如何变动, 协调空间总是存在.

同样令 $s_2^r = s_2/\pi_s^{d'}$, 即 s_2^r 作为可协调空间占比, $s_2^r > 0$, 同样利用前面的赋值进行数值模拟, 并进一步得到 s_2^r 随延保服务需求敏感系数、延保服务成本的增加而减小, 随延保服务时长的增加先减小后逐渐增加

达到一新高峰后逐渐减小;当产品需求敏感系数在较小范围内时,可 s_2^r 较小,而随着敏感系数逐渐增大 s_2^r 也迅速增大.从 s_1^r 空间随诸多参数的变动情况来看,延保服务成本在可行域内变动对引入合同协调改进绩效的价值较高,延保服务时长和延保服务需求敏感系数在可行域内变动对引入合同改进绩效的影响适中,产品需求敏感系数在可行域内变动对引入合同改进绩效的影响相对较小.因此制造商选取延保服务需求较为敏感的产品,降低延保服务成本能够显著增加供应链引入合同改进绩效的动力,并且选取中长期(4年~5年)的延保时长能促进供应链引入合同改进绩效(如图5~图8).

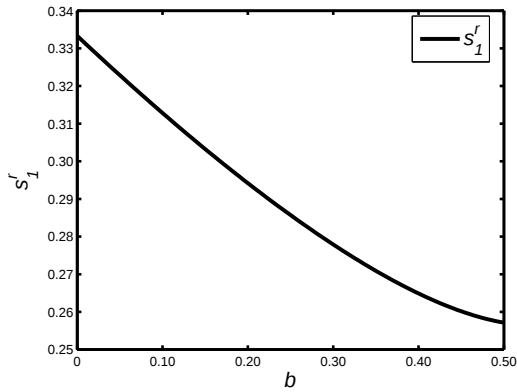


图1 $d = 1.5, c = 0.05, t = 4$ 时, s_1^r 和 b 的关系

Fig. 1 The relationship between s_1^r and b with $d = 1.5, c = 0.05, t = 4$

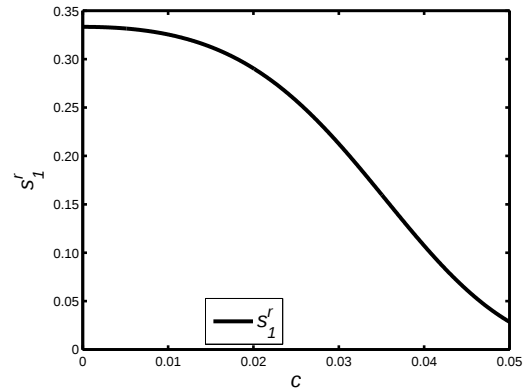


图2 $d = 1.5, b = 1, t = 4$ 时, s_1^r 和 c 的关系

Fig. 2 The relationship between s_1^r and c with $d = 1.5, b = 1, t = 4$

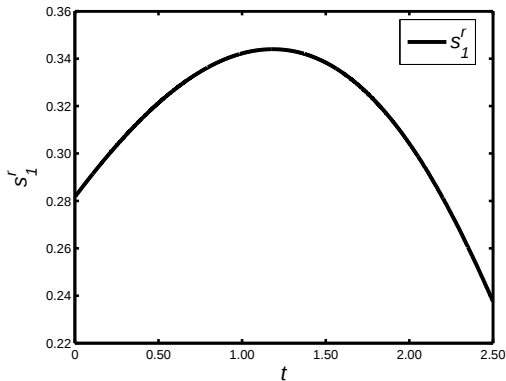


图3 $d = 1.5, c = 0.05, b = 1$ 时, s_1^r 和 t 的关系

Fig. 3 The relationship between s_1^r and t with $d = 1.5, c = 0.05, b = 1$

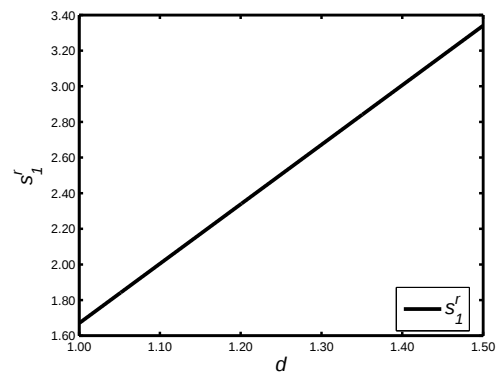


图4 $b = 1, c = 0.05, t = 4$ 时, s_1^r 和 d 的关系

Fig. 4 The relationship between s_1^r and d with $b = 1, c = 0.05, t = 4$

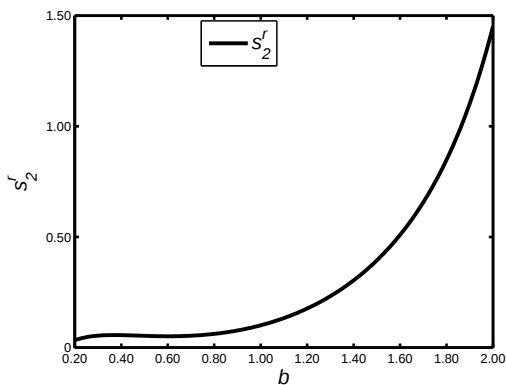


图5 $d = 2, c = 0.05, t = 3$ 时, s_2^r 和 b 的关系

Fig. 5 The relationship between s_2^r and b with $d = 2, c = 0.05, t = 3$

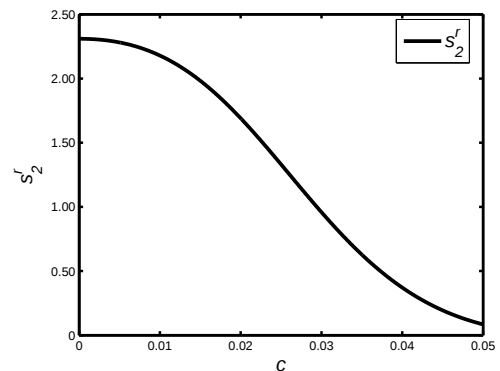
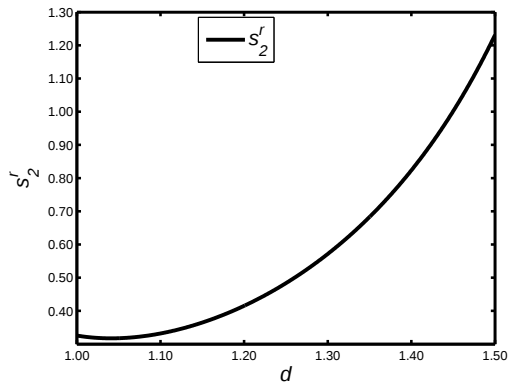
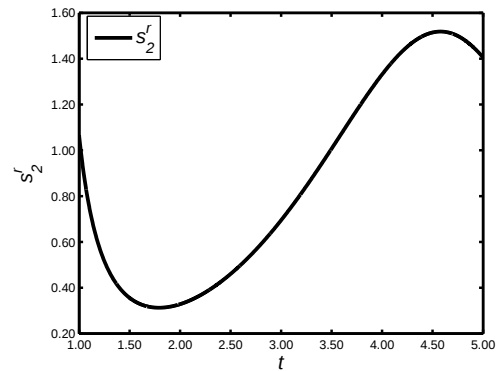


图6 $d = 1.5, b = 1, t = 4$ 时, s_2^r 和 c 的关系

Fig. 6 The relationship between s_2^r and c with $d = 1.5, b = 1, t = 4$

图7 $b = 0.8, c = 0.05, t = 4$ 时, s_2^r 和 d 的关系Fig. 7 The relationship between s_2^r and d with $b = 0.8, c = 0.05, t = 4$ 图8 $d = 1.5, c = 0.05, b = 1$ 时, s_2^r 和 t 的关系Fig. 8 The relationship between s_2^r and t with $d = 1.5, c = 0.05, b = 1$

4 延保服务的供应链收益共享模型

4.1 零售商提供延保的收益共享合同模型

引入收益共享合同利润分配机制 $\lambda\pi_s^R = \pi_r^R, (1-\lambda)\pi_s^R = \pi_m^R$, λ 为零售商收益分享比例, 则零售商与制造商的效益分别为

$$\pi_r^R = \lambda \left(\frac{d(bdc^2t^3 - bct^2 + 1)}{b(4d - bt)} \right), \quad (18)$$

$$\pi_m^R = (1 - \lambda) \left(\frac{d(bdc^2t^3 - bct^2 + 1)}{b(4d - bt)} \right). \quad (19)$$

若使制造商与零售商同时得到帕累托改进, 需满足 $\pi_r^R \geq \pi_r^d, \pi_m^R \geq \pi_m^d$, 则有

$$\lambda_1 \leq \lambda \leq \lambda_2,$$

其中 $\lambda_1 = 1 - \frac{3(bct^2 - 2)^2}{16(bdc^2t^3 - bct^2 + 1)}, \lambda_2 = 1 - \frac{(bct^2 - 2)^2}{8(bdc^2t^3 - bct^2 + 1)}$.

令 $I_1 = \lambda_2 - \lambda_1$, 有下列结论.

命题3 $I_1 \geq 0$ 恒成立, 且当 $\lambda \in (\lambda_1, \lambda_2)$ 时, 有 $\pi_r^R \geq \pi_r^d, \pi_m^R \geq \pi_m^d$ 恒成立.

命题3说明: 无论产品需求敏感因子 b 、延保需求敏感因子 d 、延保成本 c 以及延保时长 t 如何变化, 收益共享因子 $\lambda \in (\lambda_1, \lambda_2)$ 范围内时, 可实现制造商和零售商的帕累托改进.

命题4 协调分配的选择比例空间 I_1 随需求敏感因子 d 、延保服务成本 c 、延保服务时长 t 的增加而减少.

因为, $\frac{\partial I_1}{\partial c} \leq 0, \frac{\partial I_1}{\partial d} \leq 0, \frac{\partial I_1}{\partial t} \leq 0$, 所以命题成立.

为直观考察延保服务成本对收益共享合同中收益分配因子设置的影响, 令 $b = 1, d = 1.5, t = 4$, 如图9所示, 区域A为采用收益共享合同实现制造商和零售商绩效均改进的收益分配因子可设置区域, 但该可调范围随延保服务成本的增加而逐渐减小, 因此当零售商提供延保服务时, 应该尽量降低延保服务成本.

为直观考察延保服务需求敏感系数对收益共享合同中收益分配因子设置的影响, 令 $b = 1, c = 0.05, t = 4$, 如图10所示, 区域B为采用收益共享合同实现制造商和零售商绩效均改进的收益分配因子可设置区域, 该可调范围随延保服务需求敏感系数的增加而略微减小, 因此零售商应该选择对延保服务需求不敏感的产品提供基于延保的协调策略.

为直观考察延保服务时长对收益共享合同中收益分配因子设置的影响, 令 $b = 1, c = 0.05, d = 1.5$, 如

图 11 所示, 区域 C 为采用收益共享合同实现制造商和零售商绩效均改进的收益分配因子可设置区域, 但该可调范围随延保服务时长的增加而逐渐减小, 因此零售商应该设计较低的延保服务时长。

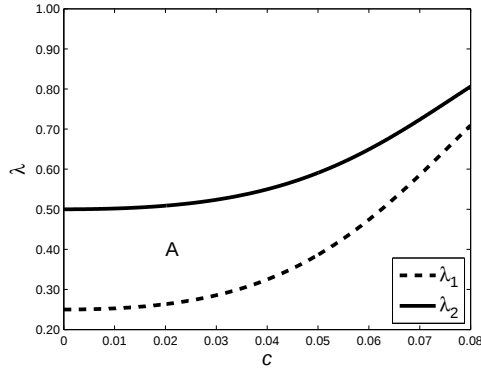


图 9 $b = 1, d = 1.5, t = 4$ 时 λ_1 和 λ_2 与 c 的关系

Fig. 9 The relationship between λ_1, λ_2 and c with $b = 1, d = 1.5,$

$t = 4$

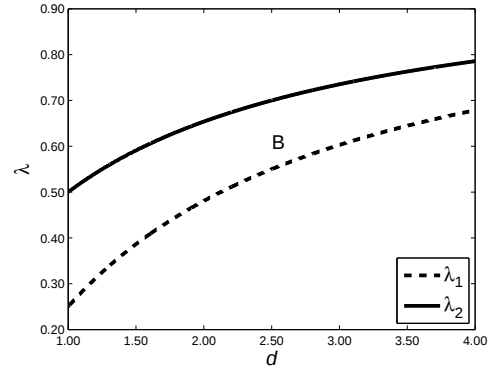


图 10 $b = 1, c = 0.05, t = 4$ 时 λ_1 和 λ_2 与 d 的关系

Fig. 10 The relationship between λ_1, λ_2 and d with $b = 1, c = 0.05,$

$t = 4$

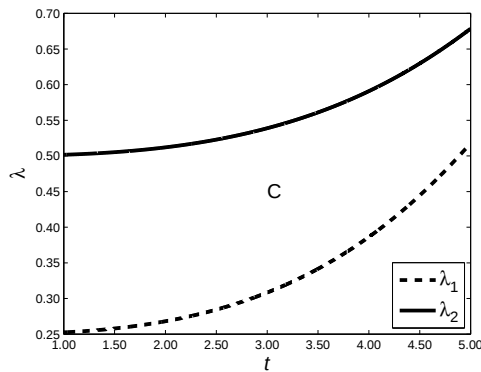


图 11 $b = 1, c = 0.05, d = 1.5$ 时 λ_1 和 λ_2 与 t 的关系

Fig. 11 The relationship between λ_1, λ_2 and t with $b = 1, c = 0.05,$

$d = 1.5$

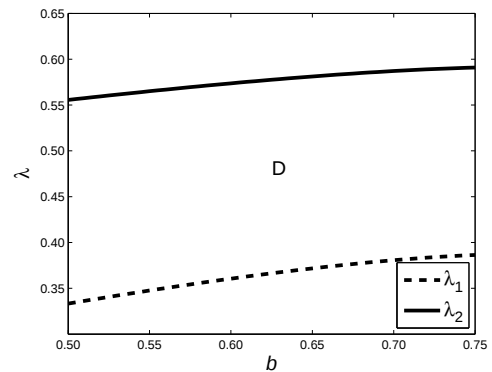


图 12 $t = 4, c = 0.05, d = 1.5$ 时 λ_1 和 λ_2 与 b 的关系

Fig. 12 The relationship between λ_1, λ_2 and b with $t = 4, c = 0.05,$

$d = 1.5$

为直观考察产品需求敏感系数对收益共享合同中收益分配因子设置的影响, 令 $t = 4, c = 0.05, d = 1.5$, 如图 12 所示, 区域 D 为采用收益共享合同实现制造商和零售商绩效均改进的收益分配因子可设置区域, 且该可调范围基本不受产品的需求价格敏感系数变化的影响. 此时零售商在提供延保服务时, 不用过多考虑产品需求敏感系数。

4.2 制造商提供延保的收益共享合同模型

同样引入收益共享合同机制 $\lambda\pi_s^c = \pi_r^R, (1 - \lambda)\pi_s^c = \pi_m^R$, λ 为零售商收益分享比例. 若使制造商与零售商同时得到帕累托改进, 需满足 $\pi_r^R \geq \pi_r^{d'}, \pi_m^R \geq \pi_m^{d'}$, 则有

$$\lambda_3 \leq \lambda \leq \lambda_4,$$

其中 $\lambda_3 = [(bt - 4d)(b^4c^2t^6 - 2b^3c^2dt^5 - 5b^3ct^4 - 12b^2c^2d^2t^4 + 24b^2cdt^3 + 5b^2t^2 - 16bcd^2t^2 - 24bdt + 16d^2)]/[bt(8d - bt)^2(bdc^2t^3 - bct^2 + 1)]$, $\lambda_4 = [bt(256c^2d^4t^2 - 128bc^2d^3t^3 + 52b^2c^2d^2t^4 - 12b^3c^2dt^5 + b^4c^2t^6 - 128cd^2t^2 + 44b^2cdt^3 - 4b^3ct^4 + 128d^2 - 44bdt + 4b^2t^2)]/[4d(8d - bt)^2(bdc^2t^3 - bct^2 + 1)]$.

令 $I_2 = \lambda_4 - \lambda_3$, 有下列结论.

命题 5 $I_2 \geq 0$ 恒成立, 且 $\lambda \in (\lambda_3, \lambda_4)$ 时, $\pi_r^R \geq \pi_r^{d'}, \pi_m^R \geq \pi_m^{d'}$ 恒成立.

命题 5 说明收益共享因子 $\lambda \in (\lambda_3, \lambda_4)$ 范围内时, 可实现制造商和零售商的帕累托改进。

为直观考察延保服务成本对收益共享合同中收益分配因子设置的影响, 令 $t = 4, b = 1, d = 1.5$, 如图 13 所示, 区域 E 为采用收益共享合同实现制造商和零售商绩效均改进的收益分配因子可设置区域, 但该可调范围随延保服务成本的增加而逐渐减小, 因此在制造商提供延保服务时, 制造商应压低延保服务成本。

为直观考察延保服务需求价格敏感系数对收益共享合同中收益分配因子设置的影响, 令 $t = 4, b = 1, c = 0.05$, 如图 14 所示, 区域 F 为采用收益共享合同实现制造商和零售商绩效均改进的收益分配因子可设置区域, 但该可调范围在 $d \leq 2$ 时, 随延保服务需求价格敏感系数 d 的增加而逐渐减小, 当 $d > 2$ 时, 可调范围受延保服务需求价格敏感系数 d 的影响越来越小, 因此当制造商提供延保时, 应针对延保服务需求不敏感的产品。

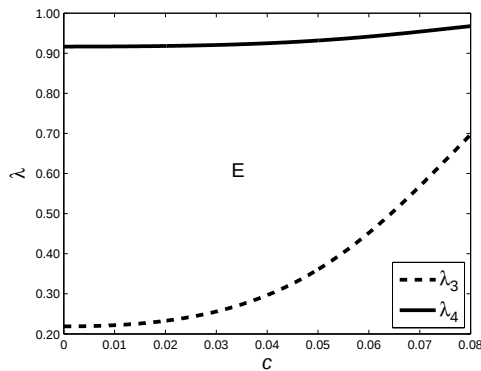


图 13 $t = 4, b = 1, d = 1.5$ 时 λ_3 和 λ_4 与 c 的关系

Fig. 13 The relationship between λ_3, λ_4 and c with $t = 4, b = 1, d = 1.5$

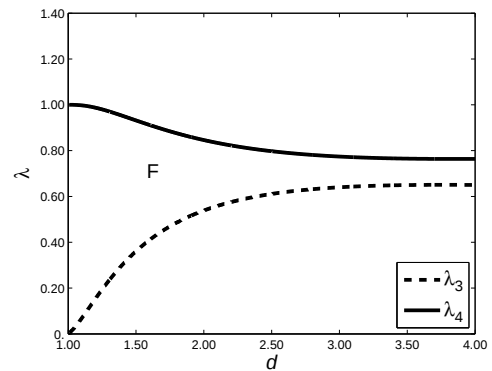


图 14 $t = 4, b = 1, c = 0.05$ 时 λ_3 和 λ_4 与 d 的关系

Fig. 14 The relationship between λ_3, λ_4 and d with $t = 4, b = 1, c = 0.05$

为直观考察延保服务时长对收益共享合同中收益分配因子设置的影响, 令 $d = 1.5, b = 1, c = 0.05$, 如图 15 所示, 区域 G 为采用收益共享合同实现制造商和零售商绩效均改进的收益分配因子可设置区域, 但该可调范围在 $t < 2$ 时, 随延保服务时长 t 的增加而逐渐减小, 当 $t > 2$ 时, 随延保服务时长 t 的增加而逐渐增大, 因此制造商应选取较长的延保时长。

为直观考察产品需求敏感系数对收益共享合同中收益分配因子设置的影响, 令 $d = 1.5, t = 4, c = 0.05$, 如图 16 所示, 区域 H 为采用收益共享合同实现制造商和零售商绩效均改进的收益分配因子可设置区域, 但该可调范围随延保产品需求敏感系数的增大而逐渐增大, 因此制造商应该选择需求敏感的产品进行协调。

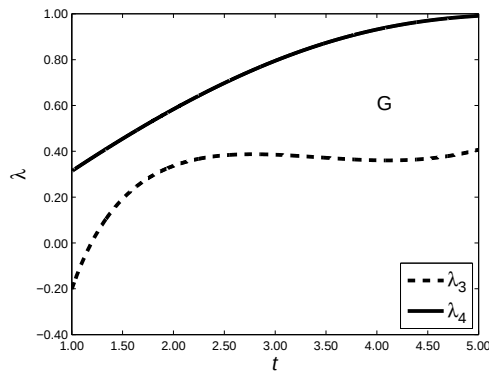


图 15 $d = 1.5, b = 1, c = 0.05$ 时 λ_3 和 λ_4 与 t 的关系

Fig. 15 The relationship between λ_3, λ_4 and t with $d = 1.5, b = 1, c = 0.05$

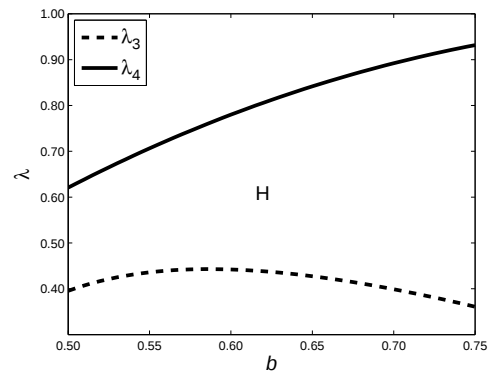


图 16 $d = 1.5, t = 4, c = 0.05$ 时 λ_3 和 λ_4 与 b 的关系

Fig. 16 The relationship between λ_3, λ_4 and b with $d = 1.5, t = 4, c = 0.05$

5 比较分析

5.1 分散决策下零售商提供延保与制造商提供延保的比较

在分散决策情形下,延保服务由零售商提供或制造商提供,不同参与主体提供延保服务对产品批发价、产品零售价和延保服务价格产生怎样的影响?将此问题的回答总结命题6、命题7、命题8和命题9中,命题证明在附录.

命题6 1) 当 $0 < ct^2 < 2/3b$ 时,如果 $d > \bar{d}$, 则 $w^d > w^{d'}$; 若 $bt/4 < d < \bar{d}$ 时, $w^d < w^{d'}$;
2) 当 $2/3b < ct^2 < 2/b$ 时, $w^d < w^{d'}$.

其中 $\bar{d} = (5cbt^2 - 6)bt/(24bct^2 - 16)$.

命题6说明:当延保成本低时,如果延保需求敏感性较高,零售商提供延保服务的产品批发价高于制造商提供延保服务的产品批发价;如果延保服务需求敏感程度低,则零售商提供延保服务的产品批发价低于制造商提供延保服务的产品批发价.当延保成本高时,不管延保服务的需求敏感程度高低,零售商提供延保服务的产品批发价低于由制造商提供延保服务的产品批发价.这表明,延保服务成本低时,当消费者对延保服务的需求不是很强烈时,如果是零售商提供延保服务,制造商采用较低批发价来引导零售商提供延保服务,如果消费者对延保服务需求比较强烈时,制造商采取高批发价获取更多收益;但当延保服务成本高时,制造商提供低批发价引诱零售商提供延保服务.

命题7 1) 当 $bt/4 < d < (7 + \sqrt{17})bt/16$ 时, $p^d < p^{d'}$; 若 $d > (7 + \sqrt{17})bt/16$, $p^d > p^{d'}$;
2) 当 $(3 + \sqrt{3})bt/8 > d > bt/4$ 时, $p_e^d < p_e^{d'}$; 若 $d > (3 + \sqrt{3})bt/8$, $p_e^d > p_e^{d'}$.

命题7表明:当延保服务的需求敏感程度不高时,零售商提供延保服务时,产品的价格与延保服务价格都低于制造商提供延保服务的产品价格和延保服务的价格;当延保服务的需求敏感程度高时,零售商提供延保服务的产品价格与延保服务价格高于制造商提供延保服务的产品价格和延保服务价格.这是因为,当延保服务的需求敏感程度低时,制造商提供低批发价促进零售商提供延保服务,零售商为了吸引消费者也制定低产品价格和低延保服务价格;而延保服务需要敏感程度高时,表示消费者对延保服务需求强烈,提供一单位延保服务就能增加较高的需求,如果零售商提供延保服务,制造商制定高批发价,零售商为了获得高收入,往往会制定高产品价格与延保服务价格.

命题8 当 $0.88bt > d > bt/4$ 时, $\pi_r^d > \pi_r^{d'}$ 成立; 若 $d > 0.88bt$ 时, $\pi_r^d < \pi_r^{d'}$ 成立.

命题8说明:当延保服务的需求敏感程度低时,零售商提供延保服务时其获得的收益高于制造商提供延保服务时零售商的收益;当延保服务的需求敏感程度高时,零售商提供延保服务其所获得的收益低于制造商提供延保服务时零售商获得的收益.该命题显示了,当延保服务需求敏感程度低时,零售商选择自己提供延保服务能获得较高收益;而当延保服务需求敏感程度高时,零售商选择制造提供延保服务能获得较高收益.

命题9 当 $0 < ct^2 < 2/3b$ 且 $d > \max(\tilde{d}, bt/4)$ 时, 则 $\pi_m^d > \pi_m^{d'}$;
若 $2/3b < ct^2 < 2/b$ 且 $d > \max(\tilde{d}, bt/4)$ 时, 则 $\pi_m^d < \pi_m^{d'}$.

命题9说明:当延保服务成本低且延保需求敏感程度高于某临界点,零售商提供延保服务时制造商获得收益高于制造商自己提供延保服务所获得的收益;当延保服务成本高时且延保服务需求敏感程度高于某临界值时,零售商提供延保服务时制造商获得的收益低于制造商自己提供延保服务获得的收益.该命题显示:当延保服务成本低且延保需求敏感高于临界值时,制造商选择零售商提供延保服务能获得较高收益;否则,当延保服务成本高且延保需求敏感高于临界值时,制造商选择自己提供延保服务能获得较高收益.

进一步分析,零售商提供延保服务和制造商提供延保的协调空间,对于两种协调模型,选择何种协调模

性能更大程度提升利润空间? 根据命题 8 和命题 9, 可以得到推论 1.

推论 1 当延保服务成本低且延保服务的需求敏感程度低时, 由零售商提供延保服务供应链系统获得收益高于制造商提供延保服务供应链系统获得收益; 当延保服务成本高且延保服务的需求敏感程度高时, 则相反.

该推论说明, 当延保服务成本低且延保服务的需求敏感程度低时, 零售商提供延保服务的供应链系统利润协调空间低于制造商提供延保服务的供应链系统的利润协调空间; 当延保服务成本高且延保服务的需求敏感度高, 则相反. 也就是说, 延保服务成本高的产品, 通过协调, 可以更大程度的提升利润空间.

6 结束语

本文构建了一条基于延保服务的供应链模型, 分别研究了制造商提供延保服务和零售商提供延保服务情形下收益共享的协调合同设计, 并比较了两种延保服务提供模式的结果, 进一步讨论了延保服务成本和延保服务需求敏感程度对供应链系统利润及协调空间的影响. 研究发现如下结论: 当延保服务成本低且延保服务需求敏感程度低时, 零售商提供延保服务的供应链系统利润相对较高; 而延保服务成本高且延保服务需求敏感度高时, 制造商提供延保服务的供应链系统利润相对较高. 不管是零售商提供延保服务还是制造商提供延保服务, 收益共享合同都能使供应链达到协调, 且能实现帕累托改进. 但帕累托改进空间随着延保服务成本以及延保服务需求敏感系数的逐渐增大而减小. 协调后, 产品的价格与延保服务价格都低于协调前的产品价格和延保服务价格, 有利促进产品销售和整体利润提升. 未来研究中, 将考虑第三方提供延保服务的情形和延保服务的质量影响产品需求情形.

参考文献:

- [1] Desai P, Padmanabhan P. Durable good, extended warranty and channel coordination. *Review of Marketing Science*, 2004, 2(2): 1–23.
- [2] Kelley C A, Jeffrey S. Extended warranties: Consumer and manufacturer perceptions. *Journal of Consumer Affairs*, 1991(6): 68–83.
- [3] Lutz N. Warranties as signals under consumer moral hazard. *Journal of Economics*, 1989, 20(2): 239–255.
- [4] Padmanabhan V, Rao R C. Warranty policy and extended service contracts: Theory and an application to automobiles. *Marketing Science*, 1993, 12(3): 230–247.
- [5] Padmanabhan V. Usage heterogeneity and extended service contracts. *Journal of Economics and Management Strategy*, 1995, 4(1): 33–54.
- [6] Lam Y, Lam P K W. An extended warranty policy with options open to consumers. *European Journal of Operational Research*, 2001, 131(3): 514–529.
- [7] Lutz N A, Padmanabhan V. Warranties, extended warranties, and product quality. *Journal of Economic Literature*, 1998, 16(4): 463–493.
- [8] Vittal S, Phillips R. Modeling and optimization of extended warranties using probabilistic design. *Reliability and Maintainability Symposium*, 2007: 41–47.
- [9] Bouguerra S, Chelbi A, Rezg N. A decision model for adopting an extended warranty under different maintenance policies. *International Journal of Production Economics*, 2012, 135(2): 840–849.
- [10] Li K P, Mallik S, Chhajed D. Design of extended warranties in supply chains under additive demand. *Production and Operations Management*, 2012, 21(4): 730–746.
- [11] 王素娟, 胡奇英. 基于延保服务吸引力指数的服务模式分析. *计算机集成制造系统*, 2010, 16(10): 2277–2284.
Wang S J, Hu Q Y. Service modes analysis based on extended warranty services desirability index. *Computer Integrated Manufacturing Systems*, 2010, 16(10): 2277–2284. (in Chinese)
- [12] Heese H S. Retail strategies for extended warranty sales and impact on manufacturer base warranties. *Decision Sciences*, 2012, 43(2): 341–367.

- [13] 马建华, 艾兴政, 唐小我. 基于延保服务的竞争供应链纵向渠道结构选择. 系统工程学报, 2015, 30(4): 539–553.
Ma J H, Ai X Z, Tang X W. Vertical channel struture choices for competing supply chains with extended warranty services. Journal of Systems Engineering, 2015, 30(4): 539–553.(in Chinese)
- [14] Gerchak Y, Wang Y. Revenue-sharing vs wholesale-price contracts in assembly systems with random demand. Production and Operation Management, 2004, 13(1): 23–33.
- [15] Mortimer J H. The effects of revenue-sharing contracts on welfare in vertically-separated markets: Evidence from the video rental industry. General Information, 2002, 13(4): 1240–1254
- [16] Cachon G P, Lariviere M A. Supply chain coordination with revenue-sharing contracts: Strengths and limitations. Management Science, 2005, 51(1): 30–44.
- [17] Lilien G, Kotler P, Moorthy K S. Marketing Models. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1992: 112–118.
- [18] Tsay A A, Nahmias S, Agrawal N. Modeling supply chain contracts: A review. Quantitative Models for Supply Chain Management, 1999, 17(1): 299–336.

作者简介:

艾兴政 (1969—), 男, 四川华蓥人, 博士, 教授, 博士生导师, 研究方向: 供应链管理, Email: aixz@uestc.edu.cn;

张 越 (1988—), 男, 河南郑州人, 硕士生, 研究方向: 延保服务供应链, Email: zhangyue7709@126.com;

李晓静 (1981—), 女, 河南安阳人, 博士生, 研究方向: 供应链管理, Email: jing811207@163.com;

汪耿甫 (1984—), 男, 湖北仙桃人, 博士生, 研究方向: 电子商务供应链, Email: abbott08@163.com.

附录: 命题证明

命题 6 证明

$$w^d - w' = 5cb^2t^3 - 24cdbl^2 - 6bt + 16d.$$

令 $5cb^2t^3 - 24cdbl^2 - 6bt + 16d = 0$, 求得 $\bar{d} = (5cbt^2 - 6)bt/(24bct^2 - 16)$, 则有

$$0 < bct^2 < 2/3, d > \bar{d}, w^d - w' > 0, bt/4 < d < \bar{d}, w^d - w' < 0, 2/3 < bct^2 < 2, w^d < w'.$$

证毕.

命题 7 证明

$$p^d - p^{d'} = (2 - bct^2)(b^2t^2 - 7bdt + 8d^2)/2b(4d - bt)(8d - bt),$$

令 $b^2t^2 - 7bdt + 8d^2 = 0$, 可得 $d = (7 + \sqrt{17})bt/16$, 且由于 $4d > bt, bct^2 < 2$, 所以

$$bt/4 < d < (7 + \sqrt{17})bt/16, p^d < p^{d'}, d > (7 + \sqrt{17})bt/16, p^d > p^{d'}.$$

$$p_e^d - p_e^{d'} = (bct^2 - 2)(3b^2t^2 - 24bdt + 32d^2)/4b(4d - bt)(8d - bt),$$

令 $3b^2t^2 - 24bdt + 32d^2 = 0$, 可得 $d = (3 + \sqrt{3})bt/8$, 且由于 $4d > bt, bct^2 < 2$, 所以

$$(3 + \sqrt{3})bt/8 > d > bt/4, p_e^d < p_e^{d'}, d > (3 + \sqrt{3})bt/8, p_e^d > p_e^{d'}.$$

证毕.

命题 8 证明

$$\pi_r^d - \pi_r^{d'} = (2b^3t^3 - 23b^2dt^2 + 80bd^2t - 64d^3)(bct^2 - 2)^2/8b(4d - bt)(8d - bt)^2.$$

令 $2b^3t^3 - 23b^2dt^2 + 80bd^2t - 64d^3 = 0$, 可得 $d = 0.88bt$, 因此有

$$0.88bt > d > bt/4d, \pi_r^d > \pi_r^{d'}, d > 0.88bt, \pi_r^d < \pi_r^{d'}.$$

证毕.

命题 9 证明

$$\begin{aligned} \pi_m^d - \pi_m^{d'} = & [d(7b^5c^2t^7 - 32b^4c^2dt^6 - 36b^4ct^5 - 96b^3c^2d^2t^5 + 288b^3cdt^4 + 36b^3t^3 + \\ & 384b^2c^2d^3t^4 - 640b^2cd^2t^3 - 288b^2dt^2 + 512bcd^3t^2 + \\ & 640bd^2t - 512d^3)] / (8b^2t(bt - 4d)(8d - bt)^2). \end{aligned}$$

令

$$\begin{aligned} & 7b^5c^2t^7 - 32b^4c^2dt^6 - 36b^4ct^5 - 96b^3c^2d^2t^5 + 288b^3cdt^4 + 36b^3t^3 + \\ & 384b^2c^2d^3t^4 - 640b^2cd^2t^3 - 288b^2dt^2 + 512bcd^3t^2 + 640bd^2t - 512d^3 = 0. \end{aligned}$$

可得 $\bar{d}$, 则有 $0 < bct^2 < 2/3, d > \max(\bar{d}, bt/4), \pi_m^d > \pi_m^{d'}, 2/3 < bct^2 < 2, d > \max(\bar{d}, bt/4), \pi_m^d < \pi_m^{d'}.$

证毕.