

零售商销售代理的协同激励对供应链绩效影响

汪丽艳[†], 叶明海

(同济大学 经济与管理学院, 上海 200092)

摘要: 以制造商、零售商和销售代理组成的三级供应链系统为背景, 分析销售代理的协同激励对供应链绩效的影响. 应用委托代理理论, 针对协同激励和传统激励两种情形设计相应的契约, 并作对比分析. 研究表明, 协同激励时, 制造商收益增加, 零售商收益减少, 整个供应链系统收益增加. 同时可以发现, 制造商给予零售商的分成系数和零售商给予销售代理的佣金均减少, 底薪的变化则由销售代理的风险规避系数而定.

关键词: 供应链; 销售代理; 激励; 委托代理

中图分类号: F224.32 **文献标志码:** A

Impact of retailer-hired sales agent collaborative incentive on supply chain performance

WANG Li-yan[†], YE Ming-hai

(School of Economics and Management, Tongji University, Shanghai 200092, China)

Abstract: This paper studies the impact of sales agent collaborative incentive on a supply chain comprising a manufacturer, a retailer and a sales agent. A collaborative incentive model and a traditional incentive model are established. Two contracts are designed by using the principal agency theory, and an analysis is given. The conclusions are as follows: the manufacturer's revenue increases; the retailer's revenue decreases; but the revenue of the whole supply chain increases. Moreover, the sharing coefficient of the retailer from the manufacturer and the commission of the sales agent from the retailer decrease; the change of the sales agent's salary is determined by the risk aversion parameter.

Keywords: supply chain; sales agent; incentive; principal agency

0 引言

在很多行业中, 制造商依赖零售商, 零售商又依赖销售代理销售商品^[1], 如计算机硬件和汽车等. 销售代理的激励问题一直是学者关注的焦点, Coughlan 等对销售代理的激励问题均给出了很好的综述^[2-3]. 然而, 这些研究重在考虑销售代理激励合约的设计, 缺乏在销售代理激励对供应链成员绩效的影响方面的研究. 事实上, 适当地激励销售代理能够增加至少 10% 的销售收入^[4], 如上海大众汽车有限公司, 协同零售商激励销售代理, 使销售收入年均增长 15%^[5]. 本文试图从对供应链绩效影响这一新的视角出发, 探讨销售代理的协同激励对制造商和零售商乃至整个供应链绩效的影响.

不同领域的学者对销售代理激励问题进行了广泛研究. 经济学家 Holmstrom 等^[6]提供了一种线性

契约以激励销售代理提高努力水平; 营销学者 Basu 等^[7]将委托代理模型引入销售代理补偿中, 针对不同情形设计了相应的补偿计划来克服道德风险问题. 许多学者正是在他们的基础上展开进一步的研究^[8-13]. Lo 等^[14]和 Chung 等^[15]用实证方法验证了委托代理理论得出的理论成果. 运营学者从营销-运营的角度, 在离散和连续两种情形下分析了生产和库存对销售代理激励的影响, 相关研究见文献^[16-20].

上述文献极大地丰富了销售代理激励的研究成果, 为企业的实际运作管理提供了一定借鉴, 然而这些研究都是基于二级供应链展开, 即制造商和销售代理或者零售商和销售代理组成的供应链系统. 现实生活中, 很多行业的销售渠道是三级供应链系统, 如零售业、计算机硬件和汽车等. 因此, 考虑三级供应链中销售代理的激励问题更具普适性, 也是对现有研

收稿日期: 2016-03-14; 修回日期: 2016-08-30.

基金项目: 国家自然科学基金青年基金项目(71202033, 71572129); 上海哲学社会科学基金项目(2013EGL002).

作者简介: 汪丽艳(1982-), 女, 讲师, 博士生, 从事市场营销、供应链管理研究; 叶明海(1961-), 男, 教授, 博士生导师, 从事市场营销、供应链管理研究.

[†]通讯作者. E-mail: ker820416@163.com

究的补充和完善. 学者们针对不同供应链结构下销售代理的激励问题作了研究:Chen等^[21]在由制造商、零售商和销售代理组成的三级供应链中考虑了销售代理的激励问题及销售代理的预测精度对供应链绩效的影响;Khanjari等^[22]在由制造商、销售代理和零售商组成的三级供应链中分析了销售代理的效率对供应链绩效的影响. 然而,上述研究仅考虑销售代理的单边激励,忽视了制造商和零售商对销售代理的协同激励. 郑鑫等^[23]在特许经营的背景下,实证地研究了制造商和零售商的协同激励对销售代理绩效的影响,但缺少对供应链绩效影响的研究. 当前企业的竞争为供应链与供应链之间的竞争,追求供应链整体绩效是所有供应链成员的共同目标. 因此,本文基于汽车制造企业的实际,考虑销售代理的协同激励对供应链绩效的影响具有重要的理论意义和实际价值.

基于以上分析,本文以制造商、零售商和销售代理组成的三级供应链系统为背景,应用委托代理理论,给出了以下两种情形的契约设计:制造商和零售商均给予销售代理激励的协同激励情形和仅有零售商给予销售代理激励的传统激励情形. 与以往文献相比,不同之处在于:1)研究三级供应链系统中销售代理的激励问题,弥补了现有文献仅考虑两级供应链的不足;2)突破了传统激励中仅考虑单方面激励的不足,结合企业实际,考虑制造商和零售商对销售代理的协同激励及该激励对供应链绩效的影响.

1 问题描述及符号说明

1.1 基本假设与符号说明

本文研究的供应链系统由制造商、零售商和销售代理组成,假设供应链渠道由制造商主导. 制造商生产两种相互独立的商品,并委托零售商进行产品销售,零售商又委托销售代理销售商品给顾客. 这是一个多层委托代理问题:制造商为委托人;零售商既是委托人,同时也是代理人;销售代理为代理人. 假设制造商和零售商风险中性,销售代理风险规避.

借鉴文献[24],第*i* (*i* = 1, 2)种产品销量 q_i 与销售代理努力水平 e_i 及市场随机因素 ε_i 有关,表示为 $q_i = k_i e_i + \varepsilon_i$. 其中: k_i 为第*i*种商品的努力反应系数;假设 $k_1 > k_2$,即付出同样的努力,商品1的销售量大于商品2的销量,可以理解为商品2较商品1难卖;随机因素 $\varepsilon_i \sim N(0, \sigma^2)$.

销售代理付出努力的成本 $C(e_i)$ 与努力水平 e_i 有关, $C(e_i)$ 是 e_i 的增函数,且随着 e_i 的增加, $C(e_i)$ 增加的幅度更大^[19],这里取 $C(e_i) = \frac{1}{2}e_i^2$. 在营销领域和经济领域的代理理论研究中,学者们均假设努力水

平为离散变量^[17,24]. 借鉴文献[17],假设销售代理只有两种努力状态,低努力状态 L 和高努力状态 H ,对应的努力水平分别为 e_L 和 e_H ,则销售代理低努力和高努力的成本分别为 $C(e_L) = \frac{1}{2}e_L^2$ 和 $C(e_H) = \frac{1}{2}e_H^2$.

界定协同激励为制造商和零售商均给予销售代理激励,如图1所示. 制造商一方面给予零售商分成激励 ρ ,另一方面又基于不同产品而给予销售代理激励 λ_i ($i = 1, 2$). 零售商给予销售代理的激励为底薪和佣金的组合,不失一般性,假设零售商给予销售代理的薪酬合约为 $T_i(\alpha, \beta) = \alpha + \beta q_i$, α 为底薪, β 为售出单位产品的佣金.

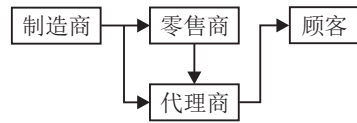


图1 协同激励模型

界定传统激励为仅有零售商给予销售代理激励,如图2所示. 其中,制造商给予零售商分成激励,零售商给予销售代理薪资激励. 可以看出,传统激励为协同激励的一个特例,即此时制造商给予销售代理的激励系数为零. 故本文先给出协同激励模型的构建和求解,传统激励模型的构建求解方法与之类似. 为建模方便,下面先给出供应链成员的收入函数.

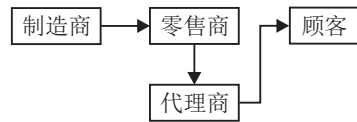


图2 传统激励模型

1.2 制造商、零售商和销售代理收益表达式

1.2.1 制造商收益

制造商的收益为销售收入与给予零售商和销售代理的激励之差. 由于制造商风险中性,其期望收益为

$$\pi_M = \sum_{i=1}^2 (1 - \rho - \lambda_i) \bar{q}_i, \quad (1)$$

其中 \bar{q}_i 为第*i*种产品期望销量.

1.2.2 零售商收益

零售商的收益为销售收入减去给予销售代理的薪资,零售商风险中性,故零售商期望收益为

$$\pi_R = \sum_{i=1}^2 (\rho - \beta) \bar{q}_i - \alpha. \quad (2)$$

1.2.3 销售代理期望效用

销售代理的期望收益 π_S 为零售商给予的薪资与制造商给予的激励之和,再减去服务成本,即

$$\pi_S = \sum_{i=1}^2 [(\beta + \lambda_i) \bar{q}_i - C(e_i)] + \alpha.$$

假设销售代理效用函数具有不变绝对风险规避特征,即 $\mu(\pi_S) = -e^{-r\pi_S}$,其中 $r = -\mu''/\mu'$ 是绝对风险规避系数^[9].采用确定性等价原理,可得销售代理期望效用函数为

$$\mu(\pi_S) = \sum_{i=1}^2 \left[(\beta + \lambda_i) \bar{q}_i - \frac{r\sigma^2}{2} (\beta + \lambda_i)^2 - C(e_i) \right] + \alpha, \quad (3)$$

其中 $\frac{r\sigma^2}{2} (\beta + \lambda_i)^2$ 为销售代理的风险成本,即在期望收益中放弃 $\frac{r\sigma^2}{2} (\beta + \lambda_i)^2$ 的收入换取其确定性收益.

2 供应链协同激励模型

协同激励模式下,制造商给予零售商激励合约,也给予销售代理补偿合约,同时零售商给予销售代理激励合约.博弈顺序如下:1)制造商先作决策,设计给零售商的分成系数 ρ 和销售代理的激励系数 λ_1, λ_2 .2)零售商观察合约后决定接受合同与否,如果不接受,则博弈结束;如果接受,则给出销售代理底薪 α 、佣金 β .3)销售代理观察到合约后决定接受合同与否,如果不接受,则博弈结束;如果接受,则选择两种商品的销售努力水平 e_1 和 e_2 .供应链系统由制造商主导,则制造商和零售商协同激励销售代理的博弈模型为

$$\max_{\rho, \lambda_i} \pi_M = \sum_{i=1}^2 (1 - \rho - \lambda_i) \bar{q}_i, \quad (4)$$

$$\text{s.t.} \sum_{i=1}^2 (\rho - \beta) \bar{q}_i - \alpha \geq 0; \quad (5)$$

$$\alpha, \beta \in \operatorname{argmax}_{\alpha, \beta} \pi_R = \sum_{i=1}^2 (\rho - \beta) \bar{q}_i - \alpha, \quad (6)$$

$$\text{s.t.} \mu(\pi_S) \geq \mu_0; \quad (7)$$

$$e_i \in \operatorname{argmax}_{e_i} \sum_{i=1}^2 \left[(\beta + \lambda_i) \bar{q}_i - \frac{r\sigma^2}{2} (\beta + \lambda_i)^2 - C(e_i) \right] + \alpha. \quad (8)$$

在上述模型中,式(5)为零售商的收益要非负,否则他不会接受制造商的合约,为零售商的个人理性约束IR;式(6)为零售商的激励相容约束IC,即零售商选择给予销售代理的底薪 α 和佣金 β 来实现自身期望收益的最大化;式(7)为销售代理的个人理性约束,即销售代理的期望效用不能低于其保留效用 μ_0 ,否则他不会接受零售商的合约;式(8)为销售代理的激励相容约束,即销售代理决定努力水平以最大化期望效用.采用逆向归纳法对模型进行求解,有如下命题.

命题1 协同激励时,制造商给予零售商的分成系数 ρ^* ,给予销售代理的产品激励系数 $(\lambda_1^*, \lambda_2^*)$,零售商给予销售代理的底薪和佣金 (α^*, β^*) ,销售代理两种商品的努力水平 (e_1^*, e_2^*) 分别为

$$\rho^* = \frac{e_H + e_L}{2k_1} + \frac{r\sigma^2(e_H + e_L)^2}{4k_1k_2(k_1 + k_2)(e_H - e_L)}; \quad (9)$$

$$\lambda_1^* = 0, \lambda_2^* = \frac{e_H + e_L}{2} \left(\frac{1}{k_2} - \frac{1}{k_1} \right); \quad (10)$$

$$\alpha^* = \mu_0 - e_H e_L + \frac{r\sigma^2(e_H + e_L)^2}{8} \left(\frac{1}{k_1^2} + \frac{1}{k_2^2} \right),$$

$$\beta^* = \frac{e_H + e_L}{2k_1}; \quad (11)$$

$$e_1^* = e_2^* = e_H. \quad (12)$$

证明 由假设可知,销售代理只有低努力 L 和高努力 H 两种努力状态,零售商只销售两种商品,故而销售代理两种商品的努力状态只有 LL 、 HL 、 LH 和 HH 四种情况. LL 表示销售代理两种商品均低努力; HL 表示第1种商品高努力,第2种商品低努力; LH 表示第1种商品低努力,第2种商品高努力; HH 表示两种商品均高努力.则销售代理的期望效用为

$$u_{ij} = (\beta_{ij} + \lambda_1) k_1 e_i - \frac{r\sigma^2}{2} (\beta_{ij} + \lambda_1)^2 + (\beta_{ij} + \lambda_2) k_2 e_j - \frac{r\sigma^2}{2} (\beta_{ij} + \lambda_2)^2 - \frac{1}{2} e_i^2 - \frac{1}{2} e_j^2 + \alpha, \quad (13)$$

其中 $i, j \in (L, H)$.

若零售商希望销售代理两种商品均低努力(LL),则求解下述模型:

$$\max_{\beta_{LL}} \pi_{R-LL} = (\rho - \beta_{LL}) k_1 e_L + (\rho - \beta_{LL}) k_2 e_L - \alpha, \quad (14)$$

$$\text{s.t.} u_{LL} \geq u_0.$$

其中: π_{R-LL} 和 u_{LL} 分别为销售代理两种商品均低努力时,零售商的期望收益和销售代理的期望效用; β_{LL} 为销售代理两种商品均低努力时,零售商给予销售代理的佣金.

若零售商希望销售代理第1种商品高努力,第2种商品低努力(HL),则求解下述模型:

$$\max_{\beta_{HL}} \pi_{R-HL} = (\rho - \beta_{HL}) k_1 e_H + (\rho - \beta_{HL}) k_2 e_L - \alpha; \quad (15)$$

$$\text{s.t.} u_{HL} \geq u_{LL}, u_{HL} \geq u_0.$$

其中: π_{R-HL} 和 u_{HL} 分别为销售代理第1种商品高努力,第2种商品低努力时,零售商的期望收益和销售代理的期望效用; β_{HL} 为该状态下零售商给予销售代理的佣金.若零售商希望销售代理努力状态为 HL ,则必须保证销售代理在该状态下获得的期望效用不低于 LL 努力状态下的期望效用,即为模型(15)的第1个约束条件.模型(15)的第2个约束条件表示 HL 努力状态下期望效用不低于保留效用.

若零售商希望销售代理第1种商品低努力,第2种商品高努力(LH),则求解下述模型:

$$\begin{aligned} \max_{\beta_{LH}} \pi_{R-LH} = & (\rho - \beta_{LH})k_1e_L + (\rho - \beta_{LH})k_2e_H - \alpha; \\ \text{s.t. } u_{LH} \geq & u_{LL}, u_{LH} \geq u_0. \end{aligned} \quad (16)$$

其中: π_{R-LH} 和 u_{LH} 分别为销售代理第1种商品低努力,第2种商品高努力时,零售商的期望收益和销售代理的期望效用; β_{LH} 为该状态下零售商给予销售代理的佣金. 若零售商希望销售代理努力状态为 LH ,则必须保证销售代理在该状态下获得的期望效用不低于 HL 和 LL 努力状态下的期望效用,即为模型(16)的第1个约束条件.

若零售商希望销售代理两种商品均高努力 (HH),则求解下述模型:

$$\begin{aligned} \max_{\beta_{HH}} \pi_{R-HH} = & (\rho - \beta_{HH})k_1e_H + (\rho - \beta_{HH})k_2e_H - \alpha; \\ \text{s.t. } u_{HH} \geq & u_{HL}, u_{HH} \geq u_{LH}, \\ & u_{HH} \geq u_{LL}, u_{HH} \geq u_0. \end{aligned} \quad (17)$$

其中: π_{R-HH} 和 u_{HH} 分别为销售代理两种商品均高努力时零售商的期望收益和销售代理的期望效用; β_{HH} 为该状态下零售商给予销售代理的佣金. 若零售商希望销售代理努力状态为 HH ,则必须保证销售代理在该状态下获得的期望效用不低于 LH 、 HL 和 LL 努力状态下的期望效用,即为模型(17)的第1个约束条件. 而制造商期望销售代理两种商品均高努力,故而求解下述模型:

$$\begin{aligned} \max_{\rho, \lambda_i} \pi_{M-HH} = & (1 - \rho - \lambda_1)k_1e_H + (1 - \rho - \lambda_2)k_2e_H; \\ \text{s.t. } \pi_{R-HH} \geq & \pi_{R-HL}, \\ \pi_{R-HH} \geq & \pi_{R-LH}, \\ \pi_{R-HH} \geq & \pi_{R-LL}. \end{aligned} \quad (18)$$

模型(18)为制造商和零售商的博弈模型,其中 π_{M-HH} 为销售代理两种商品均高努力时,制造商的期望收益. 若制造商希望销售代理努力状态为 HH ,则必须保证销售代理在该状态下零售商获得的期望收益不低于 LH 、 HL 和 LL 努力状态下的期望收益,即为模型(18)中的约束条件.

不失一般性,以求解模型(15)为例来说明非线性规划模型(14)~(18)的求解方法. 记模型(15)的 Lagrange 函数和约束条件的 Lagrange 乘子分别为 L 、 γ_1 和 γ_2 ,则有如下的 Kuhn-Tucker 最优性条件:

$$\left[\frac{\partial L}{\partial \alpha} \quad \frac{\partial L}{\partial \beta} \right]^T = \begin{bmatrix} 1 \\ k_1e_H + k_2e_L \end{bmatrix} - \gamma_1 \begin{bmatrix} 0 \\ k_1(e_H - e_L) \end{bmatrix} -$$

$$\gamma_2 \begin{bmatrix} 1 \\ k_1e_H + k_2e_L - r\sigma^2(\lambda_1 + \lambda_2) - 2r\sigma^2\beta \end{bmatrix} = 0.$$

从而可得

$$\beta_{HL} = \frac{e_H + e_L}{2k_1} - \lambda_1,$$

代入式(13),即可求得 α_{HL} ,类似地可以求解其他非线性规划模型,这里不再赘述. □

当销售代理经营两种产品时,往往会更愿意卖较易销售的商品. 由命题1可知,制造商针对另一种相对较难销售的商品需要给予销售代理一定的激励. 并且可以通过合约的设计,使得销售代理两种商品均高努力时,零售商的期望收益和销售代理的期望效用均高于其他努力组合时的收益和效用. 也就是说,制造商通过对零售商和销售代理的激励来引导销售代理两种商品均高努力,从而提高自身收益.

推论1 协同激励时,制造商给予销售代理的激励系数随着两种商品销量反应系数之差的增加而增加;零售商给予销售代理的佣金随着较易销售商品的销量反应系数的增加而减少.

由推论1可知,当两种商品销量反应系数之差越大时,销售代理销售易卖商品的积极性越高,销售难卖商品的积极性越低. 因此,制造商若期望销售代理两种商品均高努力,则必须增加激励系数. 而零售商给予销售代理的佣金与较易销售商品的销量反应系数成反比,因此,若商品容易销售,则零售商应适当地降低给予销售代理的佣金.

3 传统激励模型

上节给出了协同激励情形下的契约设计,传统激励情形为协同激励的特殊情况,即制造商对销售代理的激励 $\lambda_1^{no} = \lambda_2^{no}$. 在该情形下,制造商、零售商和销售代理博弈顺序如下:首先,制造商给出零售商合同,确定零售商分成系数 ρ^{no} . 然后零售商决定接受合同与否,如果不接受,则博弈结束;如果接受,则给出销售代理底薪 α^{no} 和佣金 β^{no} . 最后销售代理观察合约后决定接受合同与否,如果不接受,则博弈结束;如果接受,则选择两种商品的努力水平 e_1^{no} 和 e_2^{no} . 类似协同激励模型的建立与求解,有如下命题.

命题2 传统激励时,制造商给予零售商的分成系数 ρ^{no*} ,零售商给予销售代理的底薪、佣金 (α^{no*} , β^{no*}) 和销售代理两种商品的努力水平 (e_1^{no*} , e_2^{no*}) 分别为

$$\begin{aligned} \rho^{no*} = & \frac{e_H + e_L}{k_1 + k_2} + \frac{r\sigma^2(e_H + e_L)^2}{4k_2^2(k_1 + k_2)(e_H - e_L)}; \quad (19) \\ \alpha^{no*} = & \mu_0 + \frac{e_H}{2} \left[\left(1 - \frac{k_1}{k_2}\right)e_H - \left(1 + \frac{k_1}{k_2}\right)e_L \right] + \frac{r\sigma^2(e_H + e_L)^2}{4k_2^2}, \end{aligned}$$

$$\beta^{no*} = \frac{e_H + e_L}{2k_2}; \tag{20}$$

$$e_1^{no*} = e_2^{no*} = e_H. \tag{21}$$

证明同命题1, 此略.

由命题2可知, 制造商作为渠道的主导者, 在不给予销售代理激励的情形下, 也会通过对零售商和销售代理的激励来引导销售代理两种商品均高努力, 从而提高自身收益.

推论2 传统激励时, 零售商给予销售代理的佣金随着较难销售商品的销量反应系数的增加而减少.

由推论2可知, 当销售代理仅得到零售商的单边激励时, 佣金与较难销售的商品销量反应系数成反比, 即较难销售商品的销量反应系数增加时, 零售商给予销售代理的佣金减少. 结合推论1和推论2可知, 无论何种激励方式, 零售商给予销售代理的佣金均随着商品的销量反应系数的增加而减少. 因此, 若销售代理付出单位努力销售的商品越多, 零售商则适当地降低给予其的佣金.

4 两种激励模式比较

上两节给出了协同激励和传统激励两种情形下的契约设计, 本节对两种激励均衡解作比较, 可得如下命题.

命题3 与传统激励相比, 协同激励时, 制造商给予零售商的分成系数减少; 零售商给予销售代理的佣金减少. 底薪的变化则由销售代理的风险规避系数决定: 当 $r \leq r_0$ 时, 底薪增加; 当 $r > r_0$ 时, 底薪减少. 这里 $r_0 = \frac{4k_1^2 k_2 e_H}{(e_H + e_L)(k_1 + k_2)\sigma^2}$.

证明 由式(9)和(19)可知, 制造商给予零售商的分成系数在两种状态下的差额为

$$\rho^* - \rho^{no*} = \frac{r\sigma^2(e_H + e_L)^2}{4k_2(k_1 + k_2)(e_H - e_L)} \left(\frac{1}{k_1} - \frac{1}{k_2} \right) + \frac{e_H + e_L}{2(k_1 + k_2)} \left(\frac{k_2}{k_1} - 1 \right) < 0.$$

由式(11)和(20)可知

$$\beta^* - \beta^{no*} = \frac{e_H + e_L}{2k_1} - \frac{e_H + e_L}{2k_2} < 0,$$

$$\alpha^* - \alpha^{no*} =$$

$$\frac{1}{8}(e_H + e_L) \left[r\sigma^2(e_H + e_L) \left(\frac{1}{k_1^2} - \frac{1}{k_2^2} \right) - 4e_H \left(1 - \frac{k_1}{k_2} \right) \right],$$

从而可得命题3. □

由命题3可知, 协同激励时, 制造商给予零售商的分成系数减少. 相应地, 零售商也减少了给予销售代理的佣金. 若风险规避系数较大, 则协同激励时, 零售商给予销售代理的底薪会减少. 这是因为, 传统激励时, 若风险规避系数较大, 则底薪均较高, 而协同激励时, 销售代理得到了制造商的激励, 可以看作是一

种补偿激励, 从而可以抵消底薪下降带来的负效用.

下面给出两种激励情形下, 制造商和零售商收益随参数变化情况, 有如下命题.

命题4 无论何种激励方式, 制造商的收益均随销售代理风险规避系数的增加而减少. 零售商收益的变化在不同激励方式下不同, 具体如下:

1) 传统激励时, 零售商的收益随着销售代理风险规避系数的增加而增加.

2) 协同激励时, 若

$$k_2 < k_1 \leq \frac{e_H + \sqrt{e_L(2e_H - e_L)}}{e_H - e_L} k_2,$$

则零售商的收益随销售代理风险规避系数的增加而增加; 若

$$k_1 > \frac{e_H + \sqrt{e_L(2e_H - e_L)}}{e_H - e_L} k_2,$$

则零售商收益随销售代理风险规避系数的增加而减少.

证明 将式(9)~(12), 式(19)~(21)分别代入式(1)和(2)可得

$$\pi_M^* = \left[(k_1 + k_2) - (e_H + e_L) - \frac{r\sigma^2(e_H + e_L)^2}{4k_1 k_2 (e_H - e_L)} \right] e_H, \tag{22}$$

$$\pi_R^* = \left[\frac{2e_H}{k_1 k_2 (e_H - e_L)} - \left(\frac{1}{k_1^2} + \frac{1}{k_2^2} \right) \right] \times \frac{r\sigma^2(e_H + e_L)^2}{8} + e_H e_L - \mu_0, \tag{23}$$

$$\pi_M^{no*} = \left[(k_1 + k_2) - (e_H + e_L) - \frac{r\sigma^2(e_H + e_L)^2}{4k_2^2 (e_H - e_L)} \right] e_H, \tag{24}$$

$$\pi_R^{no*} = \frac{r\sigma^2(e_H + e_L)^2}{4k_2^2} \frac{e_L}{(e_H - e_L)} + e_H e_L - \mu_0. \tag{25}$$

通过对式(22)~(25)求导分析可得命题4. □

由命题4可知, 协同激励时, 若两种商品销量反应系数相差较大, 则制造商和零售商的收益均随销售代理风险规避系数的增加而减少. 因此, 制造商和零售商从自身收益最大化角度考虑, 应该雇佣稳定(风险规避系数小)的销售代理.

命题5 与传统激励相比, 协同激励时制造商收益增加, 零售商收益下降, 整个供应链系统收益增加.

证明 由式(22)和(24)可得两种情形下制造商收益之差为

$$\pi_M^* - \pi_M^{no*} = \sum_{i=1}^2 (\rho^{no*} - \rho^* - \lambda_i) q_i^* = \frac{r\sigma^2(e_H + e_L)^2 e_H}{4k_2(e_H - e_L)} \left(\frac{1}{k_2} - \frac{1}{k_1} \right) > 0,$$

由式(23)和(25)可得零售商收益之差为

$$\pi_R^* - \pi_R^{no*} = \frac{r\sigma^2(e_H + e_L)^2}{8} \left(\frac{1}{k_2} - \frac{1}{k_1} \right) \left[\frac{1}{k_1} - \frac{e_H + e_L}{k_2(e_H - e_L)} \right] < 0.$$

协同激励和传统激励时,供应链系统收益分别为 $\pi_{SC}^* = \pi_M^* + \pi_R^*$, $\pi_{SC}^{no*} = \pi_M^{no*} + \pi_R^{no*}$, 则两种情形下供应链系统收益之差为

$$\pi_{SC}^* - \pi_{SC}^{no*} = \frac{r\sigma^2(e_H + e_L)^2}{8} \left(\frac{1}{k_2^2} - \frac{1}{k_1^2} \right) > 0. \quad \square$$

制造商是渠道的主导者,故而实施对自己有利的激励方式. 零售商的收益降低,可能会影响供应链的协调,但整个供应链系统的收益增加,实现了双赢. 因此,若从整体供应链绩效的角度考虑,则实施协同激励是有益的. 为了平衡供应链成员的利益,制造商可以同零售商分享收益,使双方的收益均增加,从而有如下命题.

命题6 存在一种收益分配机制,使得制造商、零售商和整个供应链系统收益均增加.

证明 假设制造商分享收益 x 给零售商,只要 x 满足 $\pi_R^{no*} - \pi_R^* < x < \pi_M^* - \pi_M^{no*}$, 即有 $\pi_M^* - x > \pi_M^{no*}$, $\pi_R^* + x > \pi_R^{no*}$, 即在该收益分配机制下,制造商和零售商的收益均增加. \square

由命题6可知,存在一种收益分配方法使得供应链系统成员收益均增加,达到多赢,但收益分配的多少取决于零售商的实力和谈判能力.

5 数值仿真

上节给出了两种激励情境下的契约设计,并作了比较分析. 但由于部分均衡解表达式繁琐,难以获得直观的结论,本节通过数值仿真,进一步对比分析两种激励模式均衡解之间的关系. 给出各参数为: $k_1 = \{3.0, 3.5, \dots, 6.0\}$, $k_2 = 2.5$, $e_H = 3.0$, $e_L = 1.0$, $\sigma = 2.0$, $r = \{3.0, 6.0, 9.0\}$, $\mu_0 = 3.5$. 得到比较结果如图3和图4所示.

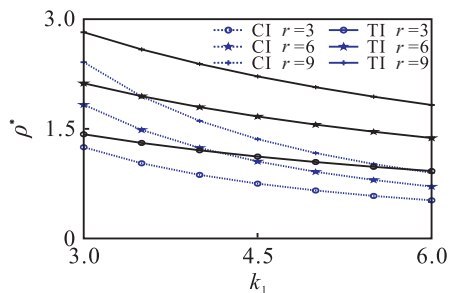


图3 两种状态下零售商分成系数的比较

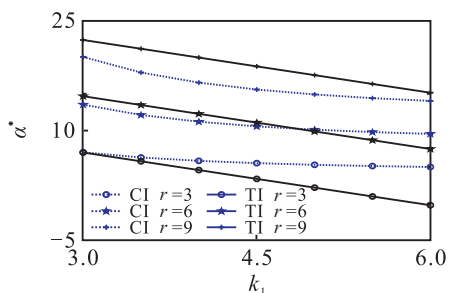


图4 两种状态下销售代理底薪的比较

从图3可以发现,协同激励时,制造商给予零售商的分成系数小于传统激励时的分成系数,验证了命题3. 同时可以发现,两种激励情形下,制造商给予零售商的分成系数均随着商品销量反应系数的增加而减少,随着销售代理风险规避系数的增加而增加. 一方面,商品容易销售,制造商会降低给予零售商的分成系数,这与实际是相符的;另一方面,销售代理风险规避系数增加,零售商给予销售代理的底薪也增加,制造商必须给予零售商更多的分成用以保证其个人理性约束. 因此,若销售代理风险规避较高,则制造商应该提高给予零售商的分成系数.

从图4可以发现,两种激励方式相比,底薪的变化依赖于销售代理的风险规避系数. 如当 $k_1 = 4.8$ 时, $r_0 = 6.0$. 当 $r = 3.0 < r_0$ 时,协同激励底薪增加;当 $r = 9.0 > r_0$ 时,底薪下降,这与命题3的条件相符. 同时可以发现,无论何种激励方式,零售商给予销售代理的底薪随着商品销量反应系数的增加而减少,随着风险规避系数的增加而增加. 这是因为商品越容易销售,给予的底薪越少;风险规避系数越大,越期望稳定收益,故而底薪越高,与文献[18]结论一致. 因此,零售商应充分了解销售代理,针对风险规避较高的销售代理适当增加底薪.

为了更清晰地分析两种激励方式下制造商、零售商和整个供应链系统收益的变化情况,取 $k_1 = 6.0, 9.0, k_2 = 3.0, r = 3.0, 3.5, 4.0, \mu_0 = 2.6$, 其他参数不变,如表1所示.

表1 两种状态下供应链成员收益比较

参数	协同激励			传统激励			收益变化	
	π_M^*	π_R^*	π_S^*	π_M^{no*}	π_R^{no*}	π_S^{no*}	p_M	p_S
k_1								
3.0	11.00	1.07	12.07	7.00	3.07	10.07	36.36	16.57
6.0	10.33	1.18	11.51	5.67	3.51	9.18	45.11	20.24
4.0	9.67	1.29	10.96	4.33	3.96	8.29	55.22	24.36
3.0	21.33	0.10	21.44	16.00	3.07	19.07	24.99	11.05
9.0	20.89	0.05	20.94	14.67	3.51	18.18	29.77	13.18
4.0	20.44	0.00	20.45	13.33	3.96	17.29	34.78	15.45

从表1可以发现,协同激励时,制造商收益增加,零售商收益下降,整个供应链系统收益增加,验证了命题5. 同时可以发现,制造商收益增加百分比 $p_M = (\pi_M^* - \pi_M^{no*})/\pi_M^* \times 100\%$, $24\% < p_M < 56\%$, 收益增加介于24%与56%之间,平均增加40%;系统收益增加百分比 $p_S = (\pi_{SC}^* - \pi_{SC}^{no*})/\pi_{SC}^* \times 100\%$, $11\% < p_S < 25\%$, 收益增加介于11%与25%之间,平均增加18%. 总之,协同激励时,制造商和系统平均收益增加均超过10%,与文献[4]结论一致. 因此,从供应链整体利益出发,制造商和零售商应加强合作.

6 结 论

销售代理合理激励是供应链高效协调运营的重要保证. 本文考虑了制造商、零售商和销售代理组成的供应链系统, 构建了协同激励和传统激励两种激励模型, 分析了协同激励方式对供应链绩效的影响. 结论如下: 与传统激励相比, 协同激励时制造商给予零售商的佣金减少; 零售商给予销售代理的佣金减少, 底薪的变化依赖于销售代理的风险规避系数; 制造商和整个供应链系统收益增加均超过10%. 这些结论能够为供应链决策提供科学的理论基础和现实的管理方法.

本文主要贡献在于, 以一个崭新视角即销售代理协同激励对供应链绩效的影响展开研究, 体现了销售代理合理激励的重要性. 需要提及的是, 产品的价格也是影响需求的一个因素, 综合考虑价格和努力对需求的影响会使模型更加复杂, 但在理论和实际上都具有重要的意义. 本文研究没有考虑供应链成员的生产运营成本, 这些问题将在后续的研究中逐步考虑.

参考文献(References)

- [1] Chen Y J, Xiao W Q. Impact of reseller's forecasting accuracy on channel member performance[J]. *Production and Operations Management*, 2012, 21(6): 1075-1089.
- [2] Coughlan A T, Sen S K. Salesforce compensation: Theory and managerial Implications[J]. *Marketing Science*, 1989, 8(4): 324-342.
- [3] Albers S. Optimization models for salesforce compensation[J]. *European J of Operations Research*, 1996, 89(1): 1-17.
- [4] Zoltners A, Sinha P, Lorimer S E. Sales force effectiveness: A framework for researchers and practitioners[J]. *J of Personal Selling Sales Management*, 2008, 28(2): 115-131.
- [5] 贾鸣镝. 跨边界激励对销售人员绩效的影响机制研究[D]. 上海: 同济大学经济与管理学院, 2012. (Jia M D. Research on the influence mechanism of cross border incentive on salesperson performance[D]. Shanghai: School of Economics and Management of Tongji University, 2012.)
- [6] Holmstrom B, Milgrom P. Aggregation and linearity in the provision of inter-temporal incentives[J]. *Econometrica*, 1987, 55(2): 303-328.
- [7] Basu A, Lal R, Srinivasan V, et al. Salesforce-compensation plans: An agency theoretic perspective[J]. *Marketing Science*, 1985, 24(4): 267-291.
- [8] Xu H, Huang H, Chen J. Dynamic pricing and compensation on heterogeneous sales forces[J]. *J of Systems Science and Systems Engineering*, 2012, 21(2): 204-225.
- [9] Lee C Y, Yang R N. Compensation plan for competing salespersons under asymmetric information[J]. *European J of Operational Research*, 2013, 227(2): 570-580.
- [10] Rubel O, Prasad A. Dynamic incentives in sales force Compensation[J]. *Marketing Science*, 2015, 35(4): 676-689.
- [11] Dai Y, Chao X. Price delegation and salesforce contract design with asymmetric risk aversion coefficient of sales agents[J]. *Int J of Production Economics*, 2016, 172: 31-42.
- [12] Daljord O, Misra S, Nair H S. Homogenous contracts for heterogeneous agents: Aligning salesforce composition and compensation[J]. *J of Marketing Research*, 2016, 53(2): 161-182.
- [13] Kräkel M, Schöttner A. Optimal sales force compensation[J]. *J of Economic Behavior and Organization*, 2016, 126: 179-195.
- [14] Lo D, Ghosh M, Lafontaine F. The Incentive and selection roles of sales force compensation contracts[J]. *J of Marketing Research*, 2011, 48(4): 781-798.
- [15] Chung D J, Steenburgh T, Sudhir K. Do bonuses enhance sales productivity? A dynamic structural analysis of bonus-based compensation plans[J]. *Marketing Science*, 2010, 33(2): 165-187.
- [16] Chen F. Salesforce incentives, market information, and production/inventory planning[J]. *Management Science*, 2005, 51(1): 60-75.
- [17] Dai T L, Jerath K. Salesforce compensation with inventory considerations[J]. *Management Science*, 2013, 59(11): 2490-2501.
- [18] Dai Y, Chao X L. Salesforce contract design and inventory planning with asymmetric risk-averse sales agents[J]. *Operations Letters*, 2013, 41(1): 86-91.
- [19] Chu L Y, Lai G M. Salesforce contracting under demand censorship[J]. *Manufacturing & Service Operations Management*, 2013, 15(2): 320-334.
- [20] Saghafian S, Chao X L. The impact of operational decisions on the design of salesforce incentives[J]. *Naval Research Logistics*, 2014, 61(4): 320-340.
- [21] Kung L C, Chen Y J. Impact of reseller's and sales agent's forecasting accuracy in a multilayer supply chain[J]. *Naval Research Logistics*, 2014, 61(3): 207-222.
- [22] Khanjari N E, Iravani S, Shin H. The impact of the manufacturer-hired sales agent on a supply chain with information asymmetry[J]. *Manufacture & Service Operations Management*, 2014, 16(1): 76-88.
- [23] 郑鑫, 叶明海. 跨边界协同激励对销售人员绩效的影响机制研究[J]. *管理世界*, 2015(11): 184-185. (Zheng X, Ye M H. Research on the influence mechanism of cross border cooperation incentive on sales force performance[J]. *Management World*, 2015(11): 184-185.)
- [24] Caldieraro F, Coughlan A T. Spiffed-up channels: The role of spiffs in hierarchical selling organizations[J]. *Marketing Science*, 2007, 26(1): 31-51.