电子商务产品定价与返利策略优化及协调研究①

余 牛，李建斌*，刘志学
(华中科技大学管理学院，武汉 430074)

摘要： 在电子商务背景下，网络零售商以两种模式向消费者提供产品，一种是常规的网络直销模式，另一种是通过有第三方返利平台参与的返利模式. 当两种模式同时存在时，利用消费者效用理论，分别研究了网络零售商的最优定价策略与第三方返利平台的最优返利策略. 结果表明，网络零售商是否引入返利模式，与返利产品的满足率、消费者购买返利产品花费的额外成本及返利兑现率密切相关. 相对于集中式决策，分散式决策下网络零售商的最优零售价格会降低，同时第三方返利平台返还给消费者的返利会减少，这会加剧两种模式之间的冲突而导致系统低效率. 为此，设计了一种改进的收益共享合同来协调两种销售模式，不仅使系统效率达到最优，并且使渠道成员实现"共赢". 最后结合数值算例验证了该合同的有效性.

关键词： 电子商务； 定价； 返利； 合同； Pareto 改进
中图分类号： F235. 4 **文献标识码：** A **文章编号：** 1007 – 9807(2016) 11 – 0018 – 15

0 引 言

随着电子商务的迅速发展，产品促销已经成为网络零售商刺激销售、增加收益的有效途径之一. 据统计，仅 2013 年"双十一"当天，中国最大的电商阿里巴巴通过降价、折扣或返利等促销手段，使其在线商品零售额达 350 亿元，刷新了 2012 年创下的 191 亿元的记录. 近年来，一种新的促销商业模式——商品推广方案(CPS，commodity promotion solution) 开始兴起，第三方返利平台(返利网站) 就是其中重要的一种. 大多数的网络零售商为了提高产品销量，会通过专业的返利网站来进行促销，并将根据实际的销售情况，支付给返利网站一定数额(或比例) 的佣金； 而返利网站又会将佣金的部分返还给消费者，即返利. 其运作流程为: 消费者通过返利网站提供的网络接口进入网上商城购买商品后，返利网站会承诺返还一定的利润，待消费者确认收货后，返利网站会把返利(或等值的虚拟货币、打折卡、优惠券等) 汇入到消费者账户，消费者可以申请提现或再次购买时使用该返利. 这种商业模式与运作管理中的"寄售"[1] 有相似之处，其中返利平台与消费者不发生直接的交易，商品的所有权和定价权仍属于网络零售商，但消费者通过返利模式购买到网络零售商的产品后，可以获得返利平台提供的返利. 国外一些比较成熟的第三方返利平台，如 Ebates、Fatwallet、Mr. rebates 等已经运营了近 10 年，近年来国内的返利网站也快速发展达百家之多，以 51 返利网、给惠网、米折网、56 折、返现网等为代表.

那么对网络零售商来说，该不该引入返利模式? 返利模式的引入，会对传统电子商务直销模式产生什么影响? 当引入第三方返利平台参与的返利模式后，网络零售商该如何定价? 返利平台该如何返利? 这些都是非常有意义的研究问题. 本文主要研究了两种销售模式并存时的竞争与协

① 收稿日期: 2013 – 12 – 07； 修订日期: 2015 – 04 – 11.
基金项目: 国家自然科学基金资助项目(71571079； 71171088； 71131004) ； 教育部新世纪人才支持基金资助项目(NCET – 13 – 0228) .
通讯作者: 李建斌(1980—) ，男，江西波阳人，博士，教授，博士生导师. Email: jbli@ mail. hust. edu. cn

?1994-2018 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

调问题. 对于传统供应链中的多渠道销售模式，即网络渠道和实体零售渠道，国内外学者已经对此进行了广泛的研究. 文献 [2-4] 研究了在原有零售渠道的基础上，当制造商或零售商分别或同时引入网络渠道时，制造商与零售商该如何定价的问题. 文献 [5] 研究了传统渠道与电子渠道预测信息分享对各渠道成员(制造商和零售商) 绩效的影响，主要影响因素包括市场风险、潜在市场份额、信息预测精度和渠道的竞争强度等. 文献 [6-11] 则考虑了当制造商或零售商向消费者提供不同的服务水平(零售服务、交货提前期或产品可得性等) 或服务水平存在竞争时，该如何管理和优化混合渠道的问题. 然而，本章所研究的双渠道结构与传统的线上(online) 与线下(off-line) 双渠道又存在着一定的区别. 传统的双渠道模式一般是由实体零售渠道和网络销售渠道构成，具体可参考许垒与李勇建[12] 关于供应链混合渠道结构的研究. 而本文所研究的销售模式，主要包括网络零售商的网络直销模式和第三方返利平台所参与的返利模式，其中所有商品交易均通过网络在网络零售商处进行，返利平台只是提供了消费者以返利模式进入网上商城购买产品的接口. 因此，本文与传统的供应链双渠道模式存在着一定区别，且具有鲜明的电子商务特性.

在本文所研究的网络零售商与第三方返利平台所组成的混合销售模式中，重点考虑了返利促销的影响. 关于供应链返利的形式，主要包括制造商对零售商返利、制造商对消费者返利以及零售商对消费者返利等三种不同的形式. 文献 [13，14] 研究了制造商对消费者进行返利，前者探讨了如何利用返利来管理库存，后者研究了返利对供应链利润的影响. 也有学者同时考虑供应链中存在多种返利形式时的情况. 如文献 [15，16] 分别研究了当零售商是风险中立或风险厌恶时，制造商该如何对零售商和消费者进行返利和定价决策; 而文献 [17,18] 则分别研究了确定性需求及随机需求下，制造商和零售商同时对消费者进行返利的情况. 与上述文献中所研究的返利形式不同的是，本文是研究在电子商务背景下，网络零售商在支付第三方返利平台一定数额或比例的佣金后，通过专业的第三方返利平台来对消费者进行返利.

与本文相关的另一类文献是有关供应链的协调问题[19,20] . Cattani 等[21] 对传统供应链与网络供应链的协同研究做了比较系统的归纳和总结，其从采购、定价、配送或订单满足率等三方面为相关企业协调混合渠道提供了方法和依据. 为了解决混合渠道的冲突问题，有学者利用价格合同来进行协调[22-25] . Chen 等[22] 研究了双渠道竞争下的供应链协调问题，指出若生产商合理地制定批发价格和直销价格，可以有效地协调整个系统. Tsay 和 Agrawal[23] 研究了电子商务时代背景下的渠道冲突与协同，指出若生产商通过改变零售价格或对零售商进行一定的佣金补偿，则双方可以实现共赢. 也有学者采用收益共享合同[24] 来协调混合渠道. Cai[25] 利用收益共享合同，解决了供应链中不同渠道结构(包括单零售渠道、单直销渠道、单零售渠道与单直销渠道与双零售渠道等) 的协调问题.

在电子商务网络直销模式的基础上，考虑引入基于第三方返利平台参与的返利模式. 在这种混合模式下，网络零售商需要决策的问题是如何确定商品的零售价格以及向返利平台支付的佣金，以使自己利润最大化; 而第三方返利平台则要根据网络零售商支付的佣金，确定向消费者返还其购买产品的最佳返利. 本文依据消费者效用理论，分别研究了在供应链集中式决策与分散式决策下，网络零售商与第三方返利平台的最优定价和返利策略. 同时针对分散式决策下的“双重边际效应”，设计了一种收益共享合同来协调系统，并采用 Pareto 优化策略进行了改进. 结果表明，该收益共享合同能够有效规避 “双重边际效应”，同时使网络零售商与第三方返利平台实现“共赢”.

1 模型描述

考虑在一个网络零售商和一个第三方返利平台组成的系统中，网络零售商通过两种模式向消费者提供同一产品: 一是通过传统的直销模式(direct marketing，DM) 出售，即网络零售商直接通过自有渠道出售; 二是通过第三方返利平台参与的返利销售模式(rebate marketing，RM) 进行出

?1994-2018 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

售，此时网络零售商需根据销售情况支付返利平台一定数额的佣金. 消费者可以自由选择从以上两种模式购买产品. 这两种模式最大的区别是，通过 DM 购买的消费者将以原价（零售价格）p 购买商品，而选择 RM 的消费者以原价购买之后，还将获得返利网站提供的一定数额的现金返利、折扣券、优惠券或其他等值的虚拟货币（积分，返点）等，把这部分消费者获得的返利价值用 r 表示. 当返利最终兑现后，其实际的购买价格为 $p-r$. 显然，消费者选择何种购买方式以及两种模式的需求是与零售价格 p 和返利 r 密切相关的. 下面通过消费者效用理论来描述两种模式的产品需求 $D_d(p,r)$、$D_r(p,r)$，其中前者表示 DM 需求，后者表示 RM 需求.

假设消费者是异质的，即不同消费者对同一产品的估值或保留价格是不同的. 对于该异质型消费者群体，其对产品的估值服从 $[0,1]$ 上的均匀分布. 不失一般性，这里假设整个市场的需求容量为 1. 由于消费者最终都是从网络零售商付款并购买产品，假设消费者以两种方式所购买的产品的估值均为 v. 当消费者尝试以返利模式购买产品时，需要消费者花费一定的时间和搜索成本来确认产品是否提供返利，假设其搜索到该产品提供返利的概率为 $\lambda(0\leqslant\lambda\leqslant1)$，称之为返利满足率. 由于返利模式的购物程序往往要相对复杂（如重复登录等），需要消费者花费更多操作成本（包括时间和搜索成本等），这些因素会影响消费者的购物体验，进而会影响消费者效用，把这部分的总成本用 c 来表示. 据此，可以写出消费者通过两种模式购买产品的消费者剩余（效用），分别用 U_d 和 U_r 表示. 当消费者以网络直销模式购买时，$U_d=v-p$；而当消费者以返利模式购买时，$U_r=\lambda(v-p+r)-c$. 如果产品提供返利（概率为 λ），此时消费者的效用为 $v-p+r-c$；如果产品不提供返利（概率为 $1-\lambda$），此时消费者的效用为 $-c$，于是可以得到消费者通过返利模式购买所获得的期望效用为 $\lambda(v-p+r-c)+(1-\lambda)(-c)$，即 $U_r=\lambda(v-p+r)-c$.

接下来分析消费者的购买方式选择. 当 $U_d>0(v>p)$ 时，消费者会考虑以 DM 购买；当 $U_r>0(v>p-r+c/\lambda)$ 时，消费者会考虑通过 RM 购买. 当两种模式同时存在时，消费者会在二者之间进行权衡选择. 具体来说，当 $U_d>U_r$ 且 $U_d\geqslant0$ 时，即 $v\geqslant\max\{p,\frac{(1-\lambda)p+\lambda r-c}{1-\lambda}\}$ 时，消费者会选择通过 DM 购买；当 $U_r>U_d$ 且 $U_r\geqslant0$ 时，即 $v\geqslant p-r+c/\lambda$ 且 $v<\frac{(1-\lambda)p+\lambda r-c}{1-\lambda}$ 时，消费者会选择通过 RM 购买. 其中当 $U_d=U_r\geqslant0$，即 $v=\frac{(1-\lambda)p+\lambda r-c}{1-\lambda}$ 时，消费者从两个模式购买是等同的. 特别地，若 $\lambda=0$，$U_r=-c<0$，当 $v\geqslant p$ 时，显然有 $U_d\geqslant U_r$ 且 $U_d\geqslant0$，消费者会直接选择以 DM 购买；若 $\lambda=1$，$U_r=v-p+r-c$，(1) 当 $r\geqslant c$ 且 $v>p-r+c$ 时，有 $U_r\geqslant U_d$ 且 $U_r\geqslant0$，消费者会选择以 RM 购买；(2) 当 $r<c$ 且 $v>p$ 时，有 $U_d>U_r$ 且 $U_d>0$，消费者会选择以 DM 购买. 从上述分析可知，当 $\lambda=0$ 或 $\lambda=1$ 时，只存在单一的销售模式，而本文主要是研究两种模式同时存在时的冲突与协调问题，即重点考虑直销模式和返利模式都存在需求时的情况，为便于后文分析，这里假设 $0<\lambda<1$. 显然，无论消费者选择以何种模式购买产品，必有 $p<1$（因为 $0<r<p<v\leqslant1$）. 假设每个消费者至多只购买一件产品，于是可以得到如图 1 所示的消费者需求划分，其中横坐标 v 表示消费者对产品的估值，纵坐标 N 表示消费者数量.

进一步地，根据均匀分布的特点，可以确定两种模式的产品需求，用以下分段函数表示. 其中通过 DM 购买的需求为

$$D_d(p,r)=\begin{cases}1-p & \text{当 } 0\leqslant r<\frac{c}{\lambda}\text{ 时}\\ \frac{(1-\lambda)(1-p)-\lambda r+c}{1-\lambda} & \text{当 } \frac{c}{\lambda}\leqslant r\leqslant\frac{(1-\lambda)(1-p)+c}{\lambda}\text{ 时}\\ 0 & \text{当 } \frac{(1-\lambda)(1-p)+c}{\lambda}\leqslant r<p\text{ 时}\end{cases}$$

?1994-2018 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

通过 RM 购买的需求为

$$D_r(p,r)=\begin{cases}0 & \text{当 } 0\leqslant r<\dfrac{c}{\lambda}\text{ 时}\\ \dfrac{\lambda r-c}{\lambda(1-\lambda)} & \text{当 } \dfrac{c}{\lambda}\leqslant r\leqslant\dfrac{(1-\lambda)(1-p)+c}{\lambda}\text{ 时}\\ \dfrac{\lambda(1-p+r)-c}{\lambda} & \text{当 } \dfrac{(1-\lambda)(1-p)+c}{\lambda}\leqslant r<p\text{ 时}\end{cases}$$

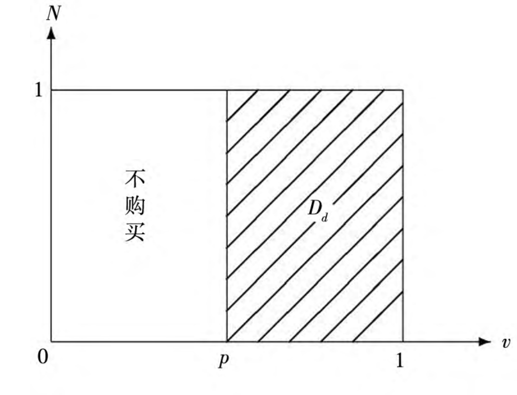

图 1(a) 消费者需求划分 $r<c/\lambda$

Fig. 1(a) Consumer demand $r<c/\lambda$

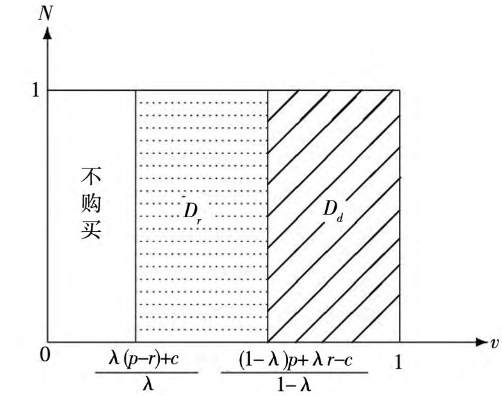

图 1(b) 消费者需求划分 $r\geqslant c/\lambda$

Fig. 1(b) Consumer demand $r\geqslant c/\lambda$

从上述两种模式需求函数的形式可以发现，返利模式的需求只与消费者的额外成本 c 和返利满足率 λ 相关. 只有当消费者从返利平台得到的返利值满足 $r\geqslant c/\lambda$ (由于 $r<1$，这里不妨假设 $c<\lambda$) 时，消费者才会选择通过 RM 购买. 如果返利太少 ($r<c/\lambda$)，消费者通过返利得到的额外效用不足以补偿以返利模式所花费的额外成本 (c/λ)，从而会选择直接通过 DM 购买. 另外，当返利值满足 $r>[(1-\lambda)(1-p)+c]/\lambda$ 时，消费者会全部选择以返利模式购买，因为此时以返利模式购买得到的额外效用要大于从直销模式购买所获得的效用.

假设网络零售商通过 RM 出售产品时，其支付给第三方返利平台的单位产品佣金为 T，则网络零售商通过返利模式支付的佣金总费用为 $TD_r(p,r)$. 当消费者在购买产品时，往往会因为被返利促销吸引而选择购买，而当收到产品时可能会由于种种原因(如遗忘、返利券过期、购买产品与兑现返利时的效用不一致等)而无法或放弃兑现返利，这种行为称之为“滑倒”现象(Slippage)[26]. 为了研究返利兑现率对决策者策略的影响，设消费者的返利兑现率为 $\beta(0\leqslant\beta\leqslant1)$，即如果有 N 个消费者购买返利产品，则实际购买后兑现的总人数为 βN. 同时为便于研究，不考虑其他成本. 根据以上描述和假设，可以分别写出网络零售商和第三方返利平台的利润函数. 网络零售商根据利润最大化原则，决定产品的零售价格 p 和支付给第三方返利平台的单位佣金 T，其利润函数为

$$\hat{\Pi}_E(p,T;r)=pD_d(p,r)+(p-T)D_r(p,r)\tag{1}$$

其中 $pD_d(p,r)$ 是网络零售商通过直销模式获得的利润，$(p-T)D_r(p,r)$ 是通过返利模式得到的利润. 第三方返利平台的问题是根据网络零售商对产品的定价 p 和愿意支付的单位佣金 T，确定其回馈给消费者的返利 r，从而使其利润最大化. 其利润函数可以表述为

$$\hat{\Pi}_R(r;p,T)=(T-\beta r)D_r(p,r)\tag{2}$$

其中 $T-\beta r$ 是返利平台通过返利模式出售产品所获得的边际利润. 如果把网络零售商和返利平台看作一个整体，则集中式决策下的目标利润函数为

$$\overline{\Pi}(p,r)=pD_d(p,r)+(p-\beta r)D_r(p,r)\tag{3}$$

?1994-2018 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　　http://www.cnki.net

其中 $pD_d(p,r)$ 为直销模式的利润，$(p-\beta r)D_r(p,r)$ 为返利模式的利润.

2 集中式决策与分散式决策下的定价与返利策略

2.1 集中式决策下的最优定价与返利策略

在集中式决策下，企业根据整体利润最大化原则，确定出最优的产品零售价格 p 和对消费者的最优返利值 r. 在混合模式下，即当 $c/\lambda \leqslant r \leqslant \frac{(1-\lambda)(1-p)+c}{\lambda}$ 时，把 $D_d(p,r)$ 与 $D_r(p,r)$ 的值分别代入式(3)，可得

$$\overline{\Pi}(p,r)=\frac{1}{\lambda(1-\lambda)}\{\lambda(1-\lambda)p(1-p)+[(1-\lambda)p-\beta r](\lambda r-c)\} \tag{4}$$

考虑上述函数的最值情况，有以下定理.

定理 1 (i) 当 $0\leqslant\beta<\frac{\lambda(1-\lambda)}{2\lambda(1-\lambda)+(1+\lambda)c}$ 时，存在唯一的 $\overline{p}^*=\frac{\lambda+2\beta(1-\lambda)+\beta c}{2(\lambda+\beta-\lambda\beta)}$ 和 $\overline{r}^*=\frac{\lambda(1-\lambda)+(2\lambda+\beta-\lambda\beta)c}{2\lambda(\lambda+\beta-\lambda\beta)}$，使得集中式决策下的利润最大，此时两种模式的市场需求分别为 $\overline{D}_d(\overline{p}^*,\overline{r}^*)=0$，$\overline{D}_r(\overline{p}^*,\overline{r}^*)=\frac{\lambda-\beta c}{2\lambda(\lambda-\beta-\lambda\beta)}$.

(ii) 当 $\frac{\lambda(1-\lambda)}{2\lambda(1-\lambda)+(1+\lambda)c}\leqslant\beta\leqslant\frac{\lambda(1-\lambda)}{2c}$ 时，存在唯一的 $\overline{p}^*=\frac{\beta(2\lambda-c)}{\lambda(\lambda+4\beta-1)}$ 和 $\overline{r}^*=\frac{\lambda(1-\lambda)+(\lambda+2\beta-1)c}{\lambda(\lambda+4\beta-1)}$，使得集中式决策下的利润最大，此时两种模式的市场需求分别为：$\overline{D}_d(\overline{p}^*,\overline{r}^*)=\frac{\lambda(1-\lambda)(2\beta-1)+(1+\lambda)\beta c}{\lambda(1-\lambda)(\lambda+4\beta-1)}$，$\overline{D}_r(\overline{p}^*,\overline{r}^*)=\frac{\lambda(1-\lambda)-2\beta c}{\lambda(1-\lambda)(\lambda+4\beta-1)}$，且总需求 $\overline{D}(\overline{p}^*,\overline{r}^*)=\frac{\beta(2\lambda-c)}{\lambda(\lambda+4\beta-1)}$.

(iii) 当 $\frac{\lambda(1-\lambda)}{2c}<\beta\leqslant 1$ 时，存在唯一的 $\overline{p}^*=\frac{1}{2}$，使得集中式决策下的利润最大，此时两种模式的市场需求分别为：$\overline{D}_d(\overline{p}^*,\overline{r}^*)=\frac{1}{4}$，$\overline{D}_r(\overline{p}^*,\overline{r}^*)=0$.

证明 考虑下列带有约束的非线性规划问题

$$\max_{0\leqslant r\leqslant p\leqslant 1}\overline{\Pi}(p,r)=\frac{1}{\lambda(1-\lambda)}\{\lambda(1-\lambda)p(1-p)+[(1-\lambda)p-\beta r](\lambda r-c)\}$$

$$\text{s.t.}\quad (1-\lambda)(1-p)-\lambda r+c\geqslant 0$$
$$\lambda r-c\geqslant 0$$

容易证明，该非线性规划问题为凸规划. 构造一个新的 Lagrangian 函数

$$L(p,r;\mu_1,\mu_2)=\frac{1}{\lambda(1-\lambda)}\{\lambda(1-\lambda)p(1-p)+[(1-\lambda)p-\beta r](\lambda r-c)\}+\mu_1[(1-\lambda)(1-p)-\lambda r+c]+\mu_2(\lambda r-c)，$$

其中 μ_1，μ_2 为对应的广义 Lagrangian 乘子. 该问题的 K-K-T 条件为

$$\frac{\partial L(p,r;\mu_1,\mu_2)}{\partial p}=\frac{1}{\lambda}[\lambda(1-2p)+\lambda r-c]-\mu_1(1-\lambda)=0$$

$$\frac{\partial L(p,r;\mu_1,\mu_2)}{\partial r}=\frac{1}{\lambda(1-\lambda)}\{\lambda[(1-\lambda)p-\beta r]-\beta(\lambda r-c)\}-\lambda\mu_1+\lambda\mu_2=0$$

$$\frac{\partial L(p,r;\mu_1,\mu_2)}{\partial\mu_1}=(1-\lambda)(1-p)-\lambda r+c\geqslant 0,$$
$$\mu_1[(1-\lambda)(1-p)-\lambda r+c]=0$$

$$\frac{\partial L(p,r;\mu_1,\mu_2)}{\partial\mu_2}=\lambda r-c\geqslant 0,\ \mu_2(\lambda r-c)=0$$

$$\mu_1\geqslant 0,\ \mu_2\geqslant 0$$

为求解以上方程组，需要对 μ_1，μ_2 的值讨论以下情况：

① 若 $\mu_1=0$，$\mu_2>0$，有 $r=c/\lambda$，此时 $D_r(\overline{p}^*,\overline{r}^*)=0$，联立相关方程可求得 $\overline{\mu}_2=\frac{2\beta c-\lambda(1-\lambda)}{2\lambda^2(1-\lambda)}$，又因为 $\mu_2>0$，故 λ 应满足 $\beta>\frac{\lambda(1-\lambda)}{2c}$，因此当 $\beta>\frac{\lambda(1-\lambda)}{2c}$ 时，$D_r(\overline{p}^*,\overline{r}^*)=0$，即 RM 没有需求，而 DM 需求为 $\overline{D}_d(p,r)=1-p$，对应的目标函数变为：$\overline{\Pi}(p,r)=p(1-p)$，求

?1994-2018 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

得 $\bar{p}^* = \frac{1}{2}$，最大利润 $\bar{\Pi}(\bar{p}^*, \bar{r}^*) = \frac{1}{4}$，DM 的需求 $\bar{D}_d(\bar{p}^*, \bar{r}^*) = 1 - \bar{p}^* = \frac{1}{2}$.

②若 $\mu_1 > 0, \mu_2 = 0$，从上述方程组可以求得最优解为 $\bar{p}^* = \frac{\lambda + 2\beta(1-\lambda) + \beta c}{2(\lambda + \beta - \lambda\beta)}$ 和 $\bar{r}^* = \frac{\lambda(1-\lambda) + (2\lambda + \beta - \lambda\beta)c}{2\lambda(\lambda + \beta - \lambda\beta)}$，$\bar{\mu}_1 = \frac{\lambda(1-\lambda) + (2\lambda + \beta - \lambda\beta)c}{2\lambda(\lambda + \beta - \lambda\beta)}$. 由 $0 \leqslant r \leqslant p \leqslant 1$，得 $\beta < c/\lambda$. 由 $\bar{\mu} > 0$，此时应满足 $\beta < \frac{\lambda(1-\lambda)}{2\lambda(1-\lambda) + (1+\lambda)c}$，又因为 $\beta < \frac{\lambda(1-\lambda)}{2\lambda(1-\lambda) + (1+\lambda)c} < \frac{c}{\lambda}$，故 $0 \leqslant \beta < \frac{\lambda(1-\lambda)}{2\lambda(1-\lambda) + (1+\lambda)c}$ 时，上述最优值 $\bar{p}^*$，$\bar{r}^*$ 可以取到，此时 DM 没有需求，RM 需求 $\bar{D}_r(\bar{p}^*, \bar{r}^*) = \frac{1-\bar{p}^*}{\lambda} = \frac{\lambda - \beta c}{2\lambda(\lambda - \beta - \lambda\beta)}$.

③若 $\mu_1 = \mu_2 = 0$，则 $(1-\lambda)(1-p) - \lambda r + c > 0$ 且 $\lambda r - c > 0$，求得当 λ 满足 $\frac{\lambda(1-\lambda)}{2\lambda(1-\lambda) + (1+\lambda)c} \leqslant \beta \leqslant \frac{\lambda(1-\lambda)}{2c}$ 时，最优解为 $\bar{p}^* = \frac{\beta(2\lambda - c)}{\lambda(\lambda + 4\beta - 1)}$ 和 $\bar{r}^* = \frac{\lambda(1-\lambda) + (\lambda + 2\beta - 1)c}{\lambda(\lambda + 4\beta - 1)}$（其中 $\beta \geqslant \frac{\lambda(1-\lambda)}{2\lambda(1-\lambda) + (1+\lambda)c} > \frac{1-\lambda}{4}$ 可保 $0 \leqslant \bar{r}^* \leqslant \bar{p}^* \leqslant 1$），使得原目标函数利润最大. 此时 DM 和 RM 都有需求，且两种模式的市场需求分别为 $\bar{D}_d(\bar{p}^*, \bar{r}^*) = \frac{(1-\lambda)(1-\bar{p}^*) - \lambda\bar{r}^* + c}{1-\lambda} = \frac{\lambda(1-\lambda)(2\beta - 1) + (1+\lambda)\beta c}{\lambda(1-\lambda)(\lambda + 4\beta - 1)}$，$\bar{D}_r(\bar{p}^*, \bar{r}^*) = \frac{\lambda\bar{r}^* - c}{\lambda(1-\lambda)} = \frac{\lambda(1-\lambda) - 2\beta c}{\lambda(1-\lambda)(\lambda + 4\beta - 1)}$.

④若 $\mu_1 > 0, \mu_2 > 0$，显然有 $(1-\lambda)(1-p) - \lambda r + c = 0$ 且 $\lambda r - c = 0$，可以求得 $\bar{p}^* > 1$，$\bar{r}^* = c/\lambda$，此时两种模式的市场需求均为零. 另一方面，由于 $\bar{\mu}_1 = -\frac{1}{1-\lambda} < 0$，这与前面的假设 $\mu_1 > 0$ 矛盾，因此这种情形不存在最优解. 综上分析，可得定理 1.

定理 1 表明，集中式决策下企业的最优定价和返利策略与返利满足率 λ，额外成本 c 和返利兑现率 β 是密切相关的. 当 λ 和 c 给定时，随着 β 的逐渐增大（$0 \leqslant \beta \leqslant 1$），集中决策下的企业会采取从单 RM 策略，到混合模式策略，最终到单 DM 的转变. 首先考虑两种极端情况:（1）当返利兑现率很低时，对企业来说总是有利的，其从 RM 获取的收益要大于从混合模式或纯 DM 取得的收益，因此只保留 RM.（2）当返利兑现率很高时，虽然 RM 增加了总需求，但消费者过高的兑现率会增加企业的返利促销成本，进而降低总利润，此时企业会舍弃 RM.（3）当返利兑现率位于中间值（$\frac{\lambda(1-\lambda)}{2\lambda(1-\lambda) + (1+\lambda)c} \leqslant \beta \leqslant \frac{\lambda(1-\lambda)}{2c}$）时，企业采取 DM 与 RM 同时并存的混合模式策略.

推论 1　当 DM 与 RM 同时存在时，对任意给定的 λ，最优零售价格 $\bar{p}^*$ 均分别随 β 和 c 的增大而减小; 而最优返利值 $\bar{r}^*$ 分别随 β 增大而减小，随 c 的增大而增大.

证明　由定理 1 可得.

上述推论的意义是很明显的. 当两种模式同时存在时，集中决策下的企业会根据相关参数的变化，合理地选择定价和返利策略. 首先考虑消费者购买返利产品所花费的额外成本 c 对定价和返利决策的影响. 当 λ 给定时，成本 c 增大，会降低消费者以 RM 购买产品的意愿，此时为增加 RM 需求，企业可以通过降低零售价格或提高返利幅度等措施来增加消费者的购买总效用. 接下来分析返利兑现率 β 对定价和返利决策的影响. 当 β 逐渐增大时，显然 RM 的边际利润 $p - \beta r$ 会减小，考虑到返利模式需求 $D_r(p, r) = \frac{\lambda r - c}{\lambda(1-\lambda)}$ 不受 p 影响，如果提高零售价格 p，则可以增加返利模式销售的利润，但是此时 DM 的需求会降低，进而会影响系统的总利润. 根据上述推论的结果，零售价格 p 随着兑现率 β 的增大而减小，这说明增加 DM 的需求在提高企业利润方面起到主导

?1994-2018 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　　http://www.cnki.net

作用，即提高直销模式需求而增加的利润要大于返利模式的边际利润减小而导致的利润损失. 同理可分析，最优返利值随 β 的增大而减小，说明企业提高直销模式需求而增加的利润要大于返利模式需求降低而带来的利润损失.

2.2 分散式决策下的最优定价与返利策略

假设网络零售商在 DM 的基础上，考虑引入一个通过第三方返利平台提供的 RM 向顾客出售产品. 可以用一个 Stackelberg 主从对策博弈来分析网络零售商(领导者)和返利平台(追随者)的决策行为. 这里假设网络零售商和第三方返利平台都是独立的风险中立的决策者，二者的目标都是使自身利益最大化. 事件的决策顺序为：第一步，网络零售商先决定是否开通 RM，然后确定产品的零售价格 p 和支付给第三方返利平台的单位产品佣金 T；第二步，第三方返利平台根据网络零售商制定的产品零售价格和愿意支付的单位佣金，确定对消费者购买产品后的返利值 r. 最后，两个模式的实际需求得以实现. 在具体的分析中，利用逆推法，首先考虑第三方返利平台的决策行为，然后再考虑网络零售商的决策行为.

定理 2 给定网络零售商的零售价格 p 和支付给第三方返利平台的单位佣金 T，则存在唯一的最佳响应函数 $\hat{r}^*(p,T)$，使得第三方返利平台的利润最大，其中

$$\hat{r}^*(p,T)=\begin{cases}1 & \text{当 } 0\leqslant T<\dfrac{\beta c}{\lambda} \text{ 时}\\ \dfrac{\beta c+\lambda T}{2\lambda\beta} & \text{当 } \dfrac{\beta c}{\lambda}\leqslant T\leqslant\dfrac{\beta}{\lambda}[2(1-\lambda)(1-p)+c] \text{ 时}\\ \dfrac{(1-\lambda)(1-p)+c}{\lambda} & \text{当 } \dfrac{\beta}{\lambda}[2(1-\lambda)(1-p)+c]<T\leqslant\dfrac{\beta}{\lambda}[(2-\lambda)(1-p)+c] \text{ 时}\\ \dfrac{\beta[c-\lambda(1-p)]+\lambda T}{2\lambda\beta} & \text{当 } T>\dfrac{\beta}{\lambda}[2(2-\lambda)(1-p)+c] \text{ 时}\end{cases}$$

证明(略).

上述定理描述了在给定网络零售商的策略 (p,T) 下，第三方返利平台的应对策略：(1) 当佣金 T 很小($T\leqslant\beta c/\lambda$)时，返利平台"无利可图"，其不会选择与网络零售商合作，此时只存在 DM 需求；(2) 当佣金 T 在一定的范围($\beta c/\lambda<T\leqslant\beta[2(1-\lambda)(1-p)+c]/\beta$)时，两种销售模式都存在；(3) 当佣金 T 足够大($T>\beta[2(1-\lambda)(1-p)+c]/\lambda$)时，由于此时第三方返利平台有足够的利润空间对消费者进行返利，消费者会全部选择以返利模式购买，此时只存在 RM 需求.

通过上述定理还发现，给定网络零售商的零售价格 p 和支付佣金 T，当第三方返利平台向消费者提供返利时，无论是单一的返利模式还是返利模式与网络直销模式并存的情形，随着参数 β 或 λ 逐渐增大，第三方返利平台都会逐渐减少向消费者提供返利，即 r 均随 β 或 λ 的增大而减小. 特别地，在混合销售模式下，随着 β 的逐渐增大，由第三方返利平台的利润函数(见式(2))以及上述结论(r 随 β 的增大而减小)可知，虽然减少返利可能会在一定程度上降低返利模式需求，但返利成本的降低可以更有效地提高第三方返利平台的利润. 另外，当返利满足率 λ 逐渐增大时，返利模式需求会增加(因为返利模式需求是关于 λ 的增函数). 而当需求水平随 λ 增大时，结合第三方返利平台的利润函数及结论(r 随 λ 的增大而减小)可知，降低返利幅度可以更有效地增加其利润.

接下来分析网络零售商的策略. 网络零售商作为市场领导者，他将利用第三方返利平台的应对策略 $\hat{r}^*(p,T)$ 来确定产品的最优零售价格 p 和支付佣金 T，其利润函数为

?1994-2018 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

$$\hat{\Pi}_E(p,T;\hat{r}^*(p,T)) =$$

$$\begin{cases} p(1-p) & \text{当 } 0 \leqslant T < \frac{\beta c}{\lambda} \text{ 时} \\ \frac{1}{2\lambda\beta(1-\lambda)}\{\lambda(1-\lambda)(1-p) + [(1-\lambda)p - T](\lambda T - \beta c)\} & \text{当 } \frac{\beta c}{\lambda} \leqslant T \leqslant \frac{\beta}{\lambda}[2(1-\lambda)(1-p)+c] \text{ 时} \\ \frac{1}{\lambda}(p-T)(1-p) & \text{当 } \frac{\beta}{\lambda}[2(1-\lambda)(1-p)+c] < T \leqslant \frac{\beta}{\lambda}[(2-\lambda)(1-p)+c] \text{ 时} \\ \frac{1}{2\lambda\beta}(p-T)[2\lambda\beta(1-p) + \lambda T - \beta c] & \text{当 } T > \frac{\beta}{\lambda}[(2-\lambda)(1-p)+c] \text{ 时} \end{cases}$$

网络零售商的优化问题可以概括为

$$\max_{[(p,T),\hat{r}^*] \in \Psi \times \Re} \hat{\Pi}_E(p,T;\hat{r}^*)$$
$$\text{s.t. } \hat{r}^* \in \underset{r \times \Re}{\operatorname{argmax}} \leqslant \hat{\Pi}_R(r;p,T)$$

其中 $\Psi = \{(p,T) \mid r \leqslant T \leqslant p; p,T \in \Re\}$，$\Re = \{r \mid \lambda/c \leqslant r \leqslant T\}$.

求解上述优化问题(方法同定理 1)，可以得到网络零售商与第三方返利平台的博弈均衡解，如表 1 所示.

表 1　Stackelberg 博弈下的网络零售商与第三方返利平台的最优策略

Table 1 Optimal strategies of the e-tailer and third party rebate store under Stackelberg game

最优策略	$0 \leqslant \beta \leqslant \frac{\lambda(1-\lambda)}{4\lambda(1-\lambda)+(1+\lambda)c}$	$\frac{\lambda(1-\lambda)}{4\lambda(1-\lambda)+(1+\lambda)c} \leqslant \beta \leqslant \frac{\lambda(1-\lambda)}{2c}$	$\frac{\lambda(1-\lambda)}{2c} < \beta \leqslant 1$
零售价格 $\hat{p}^*$	$\frac{\lambda+2\beta(1-\lambda)+\beta c}{2(\lambda+\beta-\lambda\beta)}$	$\frac{\beta(4\lambda-c)}{\lambda(\lambda+8\beta-1)}$	$\frac{1}{2}$
单位佣金 $\hat{T}^*$	$\frac{\beta(1-\lambda+c)}{\lambda+\beta-\lambda\beta}$	$\frac{\beta[2\lambda(1-\lambda)+\lambda+4\beta-1)c]}{\lambda(\lambda+8\beta-1)}$	—
返利值 $\hat{r}^*$	$\frac{\lambda(1-\lambda)+[2\lambda+(1-\lambda)\beta]c}{2\lambda(\lambda+\beta-\lambda\beta)}$	$\frac{\lambda(1-\lambda)+(\lambda+6\beta-1)c}{\lambda(\lambda+8\beta-1)}$	—
DM 需求 $\hat{D}_d(\hat{p}^*,\hat{r}^*)$	0	$\frac{\lambda(1-\lambda)(4\beta-1)+(1+\lambda)\beta c}{\lambda(1-\lambda)(\lambda+8\beta-1)}$	$\frac{1}{2}$
RM 需求 $\hat{D}_r(\hat{p}^*,\hat{r}^*)$	$\frac{\lambda-\beta c}{2\lambda(\lambda+\beta-\lambda\beta)}$	$\frac{\lambda(1-\lambda)2\beta c}{\lambda(1-\lambda)(\lambda+8\beta-1)}$	0
总需求 $\hat{D}(\hat{p}^*,\hat{r}^*)$	$\frac{(7-2\beta)(\lambda-c)}{4\lambda}$	$\frac{\beta(4\lambda-c)}{\lambda(\lambda+8\beta-1)}$	$\frac{1}{2}$

表 1 给出了当返利兑现率 β 变化时，网络零售商与第三方返利平台的最优策略. 可以看出，作为市场中的领导者，网络零售商是否引入返利模式，与返利兑现率、返利满足率及消费者购买返利产品所花费的额外成本相关. 当 λ 值在 $[0,1]$ 内逐渐增大时，网络零售商会采取从单一返利模式、混合模式到单一直销模式的转变，并制定不同情形下的最优策略(包括零售价格和佣金支出).

推论 2　当 DM 与 RM 同时存在时，(i) $\hat{p}^* \leqslant \bar{p}^*$，$\hat{r}^* \leqslant \bar{r}^*$，(ii) $\hat{D}(\hat{p}^*,\hat{r}^*) \leqslant \bar{D}(\bar{p}^*,\bar{r}^*)$.

证明(略).

上述结果表明，分散式决策下的最优零售价格和最优返利值均小于集中式决策下的最优解. 零售价格下降会降低网络零售商的边际利润，而返利减小则会降低消费者需求，这些因素都可能会使得系统总利润减少. 进一步还发现，分散式决策下双模式的总需求小于集中式决策下产品销

?1994-2018 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　　http://www.cnki.net

售的总需求. 在分散式决策下,网络零售商和第三方返利平台分别从各自的利益最大化出发,从而导致分散式决策下系统的总利润小于集中式决策下的总利润,即出现“双重边际效应”. 为了克服“双重边际效应”所带来的销售模式冲突和低效率,接下来设计一种收益共享合同来协调整个系统.

3 网络零售商与第三方返利平台之间的收益共享合同设计

3.1 收益共享合同设计

假设网络零售商预留给自己的收益比例为 $\phi(0 \leqslant \phi \leqslant 1)$,其分享给返利平台的收益比例为 $1-\phi$,则当 $c/\lambda \leqslant r \leqslant [(1-\lambda)(1-p)+c]/\lambda$ 时,收益共享合同下网络零售商的利润函数 $\widetilde{\Pi}_E(p,T;r)$ 与返利平台的利润函数 $\widetilde{\Pi}_R(r;p,T)$ 分别为

$$\widetilde{\Pi}_E(p,T;r) = pD_d + (\phi p - T)D_r \tag{5}$$

$$\widetilde{\Pi}_R(r;p,T) = [(1-\phi)p + T - \beta r]D_r \tag{6}$$

在上述利润函数中,从网络零售商到第三方返利平台的转移支付为 $(1-\phi)pD_r$. 这里需要设计合适的合同参数 (T,ϕ) ,使得分散式决策下的利润总和等于集中式决策下的总利润.

定理 3 在收益共享合同 (T,ϕ) 下:

(i) 给定 p ,存在唯一的最佳响应函数 $\tilde{r}^*(p,T,\phi)$,使得第三方返利平台的利润最大,其中 $\tilde{r}^*(p,T,\phi) = \dfrac{\beta c + \lambda[(1-\phi)p + T]}{2\lambda\beta}$;

(ii) 当且仅当 $2\lambda\beta(1-\lambda)-(\phi-\lambda)(1-\phi) > 0$ 时,存在唯一的最佳响应函数 $\tilde{p}^*(T,\phi)$,使得网络零售商的利润最大,其中

$$\tilde{p}^*(T,\phi) = \frac{\lambda(2\phi-\lambda-1)T-\beta(\phi-\lambda)c+2\lambda\beta(1-\lambda)}{4\lambda\beta(1-\lambda)-2(\phi-\lambda)(1-\phi)}$$

证明 (i) 式(6)对 r 求一阶导数并令其等于零,可以求得第三方返利平台的最佳响应函数为

$$\tilde{r}^*(p,T,\phi) = \frac{\beta c + \lambda[(1-\phi)p + T]}{2\lambda\beta}$$

其二阶导数为 $\dfrac{\mathrm{d}\widetilde{\Pi}_R(r;p,T)}{\mathrm{d}r} = -2\lambda\beta < 0$,故存在唯一的最佳响应函数 $\tilde{r}^*(p,T,\phi)$ 使得第三方返利平台的利润最大.

(ii) 将 $\tilde{r}^*(p,T)$ 代入式(5),重新整理得到网络零售商的利润函数为

$$\widetilde{\Pi}_E(p,T;r) = \frac{1}{\lambda(1-\lambda)}\{2\lambda(1-\lambda)\beta p(1-p) + [(\phi-\lambda)p-T][\lambda((1-\phi)p+T)-\beta c]\}$$

给定 T ,由一阶条件求得网络零售商的最优定价为

$$\tilde{p}^*(T,\phi) = \frac{\lambda(2\phi-\lambda-1)T-\beta(\phi-\lambda)c+2\lambda\beta(1-\lambda)}{4\lambda\beta(1-\lambda)-2(\phi-\lambda)(1-\phi)}$$

当且仅当 $2\lambda\beta(1-\lambda)-(\phi-\lambda)(1-\phi) > 0$ 时,其二阶导数 $\dfrac{\partial^2\widetilde{\Pi}_E(p,T;r)}{\partial p^2} < 0$,故此时存在唯一的最佳响应函数 $\tilde{p}^*(T,\phi)$,使得网络零售商的利润最大.

定理 3 给出了在收益共享合同 (T,ϕ) 下,网络零售商和第三方返利平台的定价与返利响应策略. 对于返利模式而言,当网络零售商分配给第三方返平台一定的收益比例 $1-\phi$ 时,在其他参数不变的情况下,返利平台的返利比分散式决策下回馈给消费者的返利会更多,这是因为 $\tilde{r}^*(p,T,\phi) = \dfrac{\beta c+\lambda[(1-\phi)p+T]}{2\lambda\beta} = \hat{r}^*(p,T) + \dfrac{\lambda(1-\phi)p}{2\lambda\beta} > \hat{r}^*(p,T)$. 要达到式(7)的理想情形,必须使得以下两个式子同时成立

$$\tilde{p}^*(T,\phi) = \bar{p}^* \quad \tilde{r}^*(p,T,\phi) = \bar{r}^* \tag{7}$$

分别为集中式决策下的最优定价和返利值. 要实现收益共享下系统的协调,即要求在该合同下的最优定价与返利策略与集中式决策下的策略一致,才能使系统的总利润达到最大.

定理 4 若采用收益共享合同来协调直销模式(DM)与返利模式(RM),则存在以下合同参数 $(T_i^*,\phi_i^*)(i=1,2)$,使得系统整体达到协调,其中(a) $T_1^* = \dfrac{\beta(1-\lambda)(2\lambda-c)}{\lambda(\lambda+4\beta-1)}$,

?1994-2018 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

$\phi_1^* = 1$; (b) $T_2^* = \frac{\beta[\lambda(1-\lambda)-2\beta c]}{\lambda(\lambda+4\beta-1)}$, $\phi_2^* = \frac{\lambda[3\lambda(1-\lambda)-(2\beta-\lambda+1)c]}{(1-\lambda)(2\lambda-c)}$.

证明(略).

定理 4 给出了当系统达到协调时,合同参数 (T,ϕ) 应当满足的条件. 由上述(a),(b)可得, $T_1^* < T_2^*$,且 $\phi_1^* > \phi_2^*$. 这说明,当网络零售商支付给返利平台的单位佣金较低时,为了对返利平台进行补偿,网络零售商必须提高分享给返利平台的收益比例 $(1-\phi)$,才能使整个系统达到协调. 并且,支付的佣金 T 随收益共享系数 ϕ 的增大而增大.

推论 3　当系统达到协调时,网络零售商在收益共享合同下的利润小于分散式决策下的利润,即 $\widetilde{\Pi}_E^* < \hat{\Pi}_E^*$,第三方返利平台在收益共享合同下的利润大于分散式决策下的利润,即 $\widetilde{\Pi}_R^* > \hat{\Pi}_R^*$.

证明　由前文分析可知,当网络零售商采用传统的收益共享合同(以合同 (T_1^*, ϕ_1^*) 为例)来进行协调时,分散式决策下网络零售商的最大利润为

$$\hat{\Pi}_E^* = \hat{p}^* \hat{D}_d^*(\hat{p}^*, \hat{r}^*) + (\hat{p}^* - \hat{T}^*)\hat{D}_r(\hat{p}^*, \hat{r}) = \frac{\beta(4\lambda-c)}{\lambda(\lambda+8\beta-1)} \cdot \frac{\lambda(1-\lambda)(4\beta-1)+(1+\lambda)\beta c}{\lambda(1-\lambda)(\lambda+8\beta-1)} + \frac{\beta[2\lambda(1+\lambda)-(\lambda+4\beta)c]}{\lambda(\lambda+8\beta-1)} \times \frac{\lambda(1-\lambda)-2\beta c}{\lambda(1-\lambda)(\lambda+8\beta-1)} = \frac{\beta[2\lambda^2(1-\lambda)-\lambda(1-\lambda)c+\beta c^2]}{\lambda^2(1-\lambda)(\lambda+8\beta-1)}$$

收益共享合同下网络零售商的最大利润为

$$\widetilde{\Pi}_E^* = \bar{p}^* \bar{D}_d^*(\bar{p}^*, \bar{r}^*) + (\bar{p}^* - \bar{T}^*)\bar{D}_r(\bar{p}^*, \bar{r}^*) = \frac{\beta(2\lambda-c)}{\lambda(\lambda+4\beta-1)} \cdot \frac{\lambda(1-\lambda)(2\beta-1)+(1+\lambda)\beta c}{\lambda(1-\lambda)(\lambda+4\beta-1)} + \frac{\lambda\beta(2\lambda-c)}{\lambda(\lambda+4\beta-1)} \cdot \frac{\lambda(1-\lambda)-2\beta c}{\lambda(1-\lambda)(\lambda+4\beta-1)} = \frac{\beta(2\lambda-c)[\lambda(\lambda+2\beta-1)+\beta c]}{\lambda^2(\lambda+4\beta-1)^2}$$

由于 $\widetilde{\Pi}_E^* - \hat{\Pi}_E^* = -\frac{2\beta^2[\lambda(1-\lambda)^2(\lambda-c)+8\beta c^2]}{\lambda^2(1-\lambda)(\lambda+4\beta-1)^2(\lambda+8\beta-1)} < 0$,故网络零售商在收益共享合同下的利润小于分散式决策下的利润. 同理可得, $\widetilde{\Pi}_R^* - \hat{\Pi}_R^* = \frac{8\beta^2(\lambda+6\beta-1)[\lambda(1-\lambda)-2\beta c]^2}{\lambda^2(1-\lambda)(\lambda+4\beta-1)^2(\lambda+8\beta-1)^2} > 0$,即第三方返利平台在收益共享合同下的利润大于分散式决策下的利润.

上述结果表明,单纯的收益共享合同 (T^*, ϕ^*) 对返利平台是有利的,而对于网络零售商是不利的. 网络零售商作为市场的领导者,从自身利益考虑,显然不会采用此合同. 为使市场中双方都能够有动机接受此合同,必须设计一种合理的利润分配机制,以满足各成员利润最大化的要求.

3.2　Pareto 改进策略

假设网络零售商与第三方返利平台的保留利润分别为 $\widetilde{\Pi}_E^0, \widetilde{\Pi}_R^0$,分散式决策下双方的利润分别为 $\hat{\Pi}_E^*, \hat{\Pi}_R^*$,收益共享合同 (T^*, ϕ^*) 下双方的利润分别为 $\widetilde{\Pi}_E^*, \widetilde{\Pi}_R^*$,实施 Pareto 改进后双方最终分配的利润分别为 $\widetilde{\Pi}_E^{RS}, \widetilde{\Pi}_R^{RS}$. 由于原合同下第三方返利平台的利润大于分散式决策下利润,在保证其利润增加的情况下,假设从返利平台分配给网络零售商的转移支付为 F,可以得到如下的分配机制

$$\widetilde{\Pi}_E^{RS} = \widetilde{\Pi}_E^* + F, \widetilde{\Pi}_R^{RS} = \widetilde{\Pi}_R^* - F \tag{8}$$

并且 Pareto 改进后双方的利润 Π_E^*, Π_R^* 还必须同时满足

$$\widetilde{\Pi}_E^{RS} \geqslant \max\{\hat{\Pi}_E^*, \widetilde{\Pi}_E^0\}, \widetilde{\Pi}_R^{RS} \geqslant \max\{\hat{\Pi}_R^*, \widetilde{\Pi}_R^0\} \tag{9}$$

定理 5　在收益共享合同 (T,ϕ) 下,一个有效的 Pareto 改进策略可以同时使网络零售商与第三方返利平台的利润得到增加,并且能够使系统的总利润达到最优,当且仅当从第三方返利平台分配给网络零售商的转移支付费用 F 满足

$$F \in [\max\{\hat{\Pi}_E^*, \widetilde{\Pi}_E^0\} - \widetilde{\Pi}_E^*, \widetilde{\Pi}_R^* - \max\{\hat{\Pi}_R^*, \widetilde{\Pi}_R^0\}] \tag{10}$$

证明　将分配机制各式做适当变换得到(略).

定理 6 给出了 Pareto 改进策略下的转移支付费用 F 所在的范围. 在此条件下,该策略不仅可以使得利益共享合同下系统的总利润达到最大,

?1994-2018 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

还能保证网络零售商与第三方返利平台的利润相比分散式决策下的利润均有所提高. 在实际的操作中,转移支付费用 F 由双方的实力及谈判能力确定.

推论 4 如果网络零售商与第三方返利平台的保留利润分别等于在分散式决策下的利润,即 $\tilde{\Pi}_E^0 = \hat{\Pi}_E^*$,$\tilde{\Pi}_R^0 = \hat{\Pi}_R^*$,则在收益共享合同(T,ϕ) 下,实现 Pareto 改进时的转移支付费用 F 应满足: $F \in [\Omega_1, \Omega_2]$,其中 $\Omega_1 = \tilde{\Pi}_E^0 - \tilde{\Pi}_E^*$,$\Omega_2 = \tilde{\Pi}_R^* - \tilde{\Pi}_R^0$.

证明 根据推论 3 及定理 5 可得.

推论 4 的前提条件在实际运作管理中是比较常见的,即供应链中的决策者在接受合同时,会考虑其所获收益不能比分散决策情况下的所获收益少,否则双方会缺乏接受合同的动机. 可以看出,当双方的保留利润分别等于分散式决策下的利润时,转移支付费用 F 所在的区间是确定的. 图 2 描述了 Pareto 改进后双方的利润随 F 的变化情况.

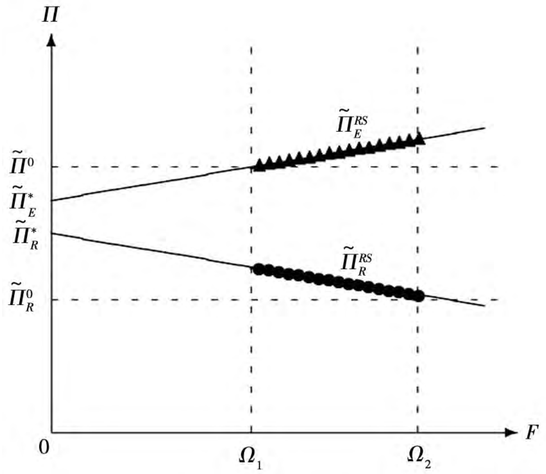

图 2(a) 当 $\tilde{\Pi}_E^* > \tilde{\Pi}_R^*$ 时

Fig. 2(a) When $\tilde{\Pi}_E^* > \tilde{\Pi}_R^*$

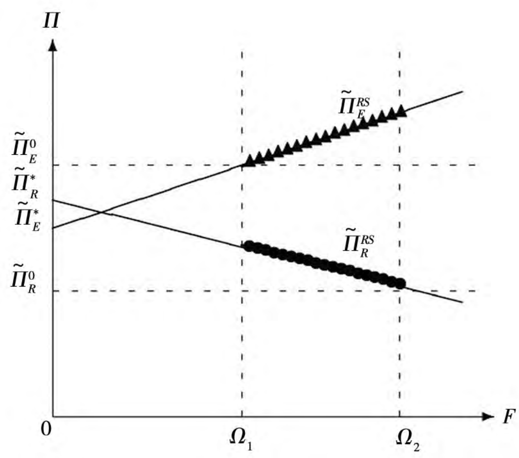

图 2(b) 当 $\tilde{\Pi}_E^* < \tilde{\Pi}_R^*$ 时

Fig. 2(b) When $\tilde{\Pi}_E^* < \tilde{\Pi}_R^*$

图 2(a) 和图 2(b) 分别刻画了在收益共享合同下,当网络零售商与第三方返利平台的利润不相等时,利用 Pareto 改进策略,双方最终所分配的利润随转移支付费用 F 变化的情况,其中横坐标 F 表示转移支付费用,纵坐标表示不同决策模式下双方的利润. 显然,相比原收益共享合同下所得到的利润,当 F 在 $[\Omega_1, \Omega_2]$ 内逐渐增大时,网络零售商所分配到利润 $\tilde{\Pi}_E^*$ 逐渐增大,而第三方返利平台所分配到的利润 Π_R^* 逐渐减小,并且此时双方所分配的利润均大于各自的保留利润 $\tilde{\Pi}_E^0$,$\tilde{\Pi}_R^0$,即系统实现了 Pareto 改进.

4 数值算例

假设系统存在两种销售模式时,对应的模型参数为 $\lambda = 0.6$,$c = 0.1$. 根据定理 1 及表 1,可得 β 的范围为 $[0.375, 1]$. 图 3 描述了在混合模式下,随着 β 值的增大,零售价格 p 与返利值 r 在系统协调前后的变化情况. 可以看出,在本文所设计的收益共享合同中,当消费者的返利兑现率(β) 给定时,网络零售商产品零售价格和返还给消费者的返利值均分别大于分散式决策下的情形. 这是因为,一方面提高零售价可以增加边际收益,另一方面提高返利幅度,能更大程度地刺激消费者的购买动机,增加产品总需求,从而使系统的总利润增加,图 4(b) 和 4(b) 证明了这一解释的合理性. 为表述方便,用右上标“D”表示各决策变量在分散式决策下的最优值,用右上标“S”表示各决策变量在收益共享合同下的最优值. 显然,在收益共享合同下,混合模式的总需求和总利润都达到了集中式决策下的最大值,而且都优于分散式决策下的总需求和总利润.

?1994-2018 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

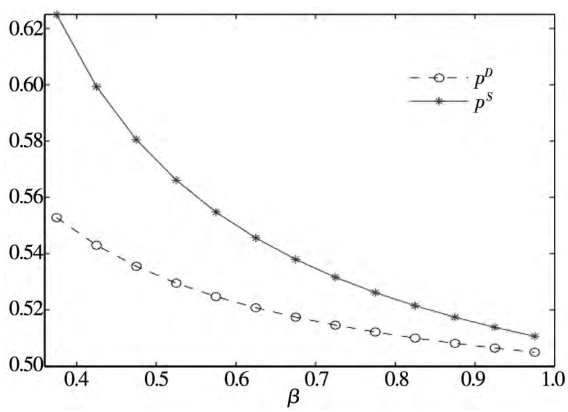

图 3(a)　协调前后零售价格对比

Fig. 3(a) Comparison of the retail price under coordination

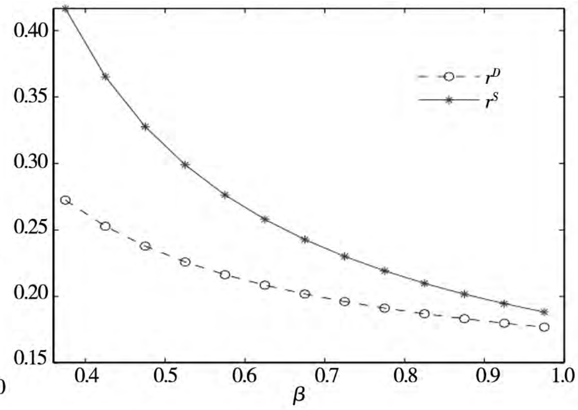

图 3(b)　协调前后返利值对比

Fig. 3(b) Comparison of the rebate value under coordination

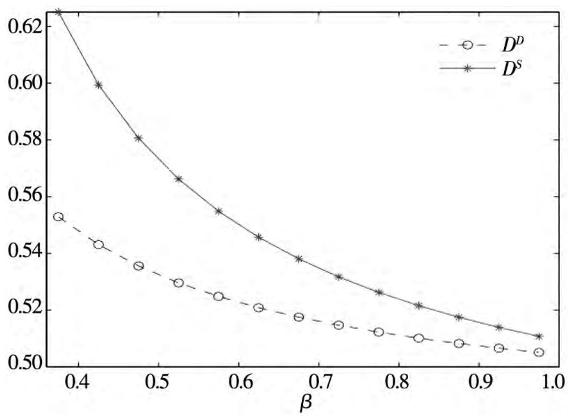

图 4(a)　协调前后总需求对比

Fig. 4(a) Comparison of the total demand under coordination

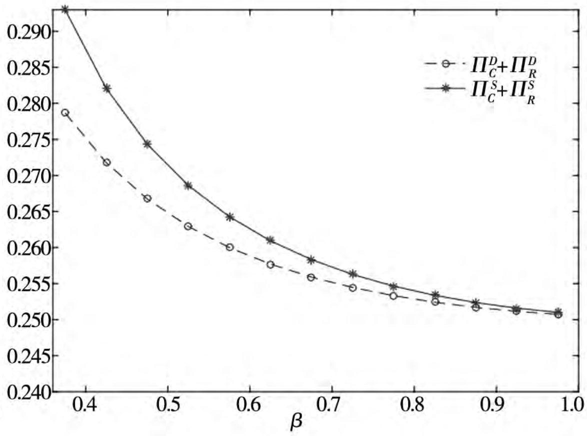

图 4(b)　协调前后总利润对比

Fig. 4(b) Comparison of the total profit under coordination

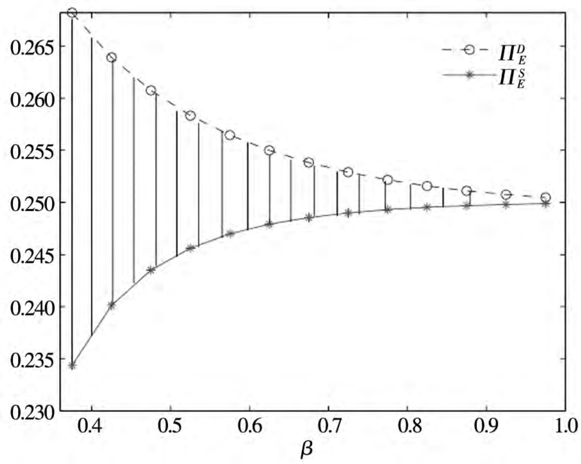

图 5(a)　协调前后网络零售商利润对比

Fig. 5(a) Comparison of e-tailer' s profit under coordination

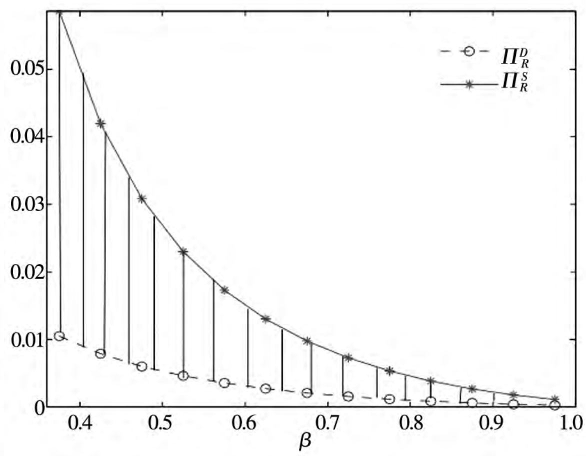

图 5(b)　协调前后返利平台利润对比

Fig. 5(b) Comparison of rebate store' s profit under coordination

针对传统收益共享合同在本文中的局限性，即供应链成员间的利润分配失衡，对该收益共享合同利用 Pareto 改进策略进行了优化，优化结果如图 5 所示. 图 5(a) 和图 5(b) 分别刻画了利用 Pareto 改进后，网络零售商与第三方返利平台的利润变化情况. 图中阴影部分表示 Pareto 区域，

?1994-2018 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

其中阴影部分纵轴所在的区间,表示每对应一个 β ,该成员最终分配的利润所在的区间. 关于双方最终所分配利润的具体值,还要取决于双方的实力及谈判能力,来确定在不同的合同参数下转移支付费用 F 的大小. 若双方的保留利润均等于分散式决策下的利润,可以看出,Pareto 区域内每一点的利润值均大于分散式决策下的利润(保留利润) . 这说明,通过本文设计的收益共享合同,不仅系统总利润达到了最大化,且网络零售商与第三方返利平台实现了"双赢".

5 结束语

本文研究了在电子商务快速发展的背景下,网络零售商在传统网络直销模式的基础上,考虑引入基于第三方返利平台的返利模式. 利用消费者效用理论,研究了网络零售商的产品最优定价策略和第三方返利平台的最优返利策略. 结果表明,网络零售商是否引入返利模式,与返利产品的满足率、消费者花费的额外成本及返利兑现率密切相关. 只有当上述影响因素满足一定的条件时,网络零售商才会考虑引入返利模式. 对集中式决策下的企业来说,引入返利模式有利于增大产品的市场覆盖面,增加模式总需求和总利润. 而当网络零售商和第三方返利平台独立决策时,会导致"双重边际效应". 为此设计了一种改进的收益共享合同 (T,ϕ) 来协调整个系统,即网络零售商适当提高最优零售价格,同时根据收益共享系数 ϕ 的大小决定支付给第三方返利平台的佣金(分享给返利平台的收益比例越高,则支付的佣金越低) ; 而第三方返利平台需要增加提供给消费者的返利. 最后,针对协调后利润分配不均的问题,利用 Pareto 改进策略对系统总利润进行重新分配,使得双方最终分配的利润均大于各自的保留利润.

此外,本文的模型还可从以下几个方面进行拓展. 首先,本文是从消费者的产品购买行为选择构建了不同模式下的需求模型,并且只考虑了价格和返利对需求的影响. 对此还可考虑加入第三方返利平台的努力程度、广告促销等影响需求的因素. 其次,本文考虑的是一个单周期下单一网络零售商与单一返利平台组成的系统,因此可以考虑引入多阶段及多个渠道成员存在竞争的情形.

最后,本文假设网络零售商和第三方返利平台都是风险中性的,而现实中各成员可能持有不同的风险态度,因此也可以考虑引入参与人的风险偏好 [27] 等因素来进行研究.

参 考 文 献:

[1] Wang Y, Jiang L, Shen Z J. Channel performance under consignment contract with revenue sharing [J]. Management Science, 2004, 50(1) : 34 - 47.

[2] Chiang W K, Chhajed D, Hess J D. Direct marketing, indirect profits: A strategic analysis of dual-channel supply chain design [J]. Management Science, 2003, 49(1) : 1 - 20.

[3] Hsiao L, Chen Y J. Strategic motive for introducing internet channels in a supply chain [J]. Production and Operations Management, 2013, 23(1) : 36 - 47.

[4] 盛昭翰, 徐 峰. 地区差异化背景下制造商双渠道定价策略研究 [J]. 管理科学学报, 2010, 13(6) : 1 - 10.
Sheng Zhaohan, Xu Feng. Study on manufacturer's strategy with dual-channel based on regional gap background [J]. Journal of Management Sciences in China, 2010, 13(6) : 1 - 10. (in Chinese)

[5] 艾兴政, 唐小我, 马永开. 传统渠道与电子渠道预测信息分享的绩效研究 [J]. 管理科学学报, 2008, 11(1) : 12 - 21.
Ai Xingzheng, Tang Xiaowo, Ma Yongkai. Performance of forecasting information sharing between traditional channel and E-channel [J]. Journal of Management Sciences in China, 2008, 11(1) : 12 - 21. (in Chinese)

[6] Chen K Y, Kaya M, Ozer O. Dual sales channel management with service competition [J]. Manufacturing and Service Oper-

?1994-2018 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

ations Management, 2008, 10(4): 654 - 675.

[7] Cai G, Dai Y, Zhou S X. Exclusive channels and revenue sharing in a complementary goods market [J]. Marketing Science, 2012, 31(1): 172 - 187.

[8] Yan R, Pei Z. Retail services and firm profit in a dual-channel market [J]. Journal of Retailing and Consumer Services, 2009, 16(4): 306 - 314.

[9] Dan B, Xu G, Liu C. Pricing policies ina dual-channel supply chain with retail services [J]. International Journal of Production Economics, 2012, 139: 312 - 320.

[10] Hua G, Wang S, Cheng T. Price and lead time decisions in dual-channel supply chain-s [J]. European Journal of Operational Research, 2010, 205: 113 - 126.

[11] **肖　剑, 但　斌, 张旭梅. 双渠道供应链中制造商与零售商的服务合作定价策略 [J]. 系统工程理论与实践**, 2010, 30(12): 2203 - 2211.

Xiao Jian, Dan Bin, Zhang Xumei. Service cooperation pricing strategy between manufacturer's and retailer's in dual-channel supply chain [J]. Systems Engineering: Theory & Practice, 2010, 30(12): 2203 - 2211. (in Chinese)

[12] **许　垒, 李勇建. 考虑消费者行为的供应链混合渠道结构研究 [J]. 系统工程理论与实践**, 2013, 33(7): 1672 - 1681.

Xu Lei, Li Yongjian. On supply chain mixed channel problem considering consumer behavior [J]. Systems Engineering: Theory & Practice, 2013, 33(7): 1672 - 1681. (in Chinese)

[13] Aray A, Mittendorf B. Managing strategic inventories via manufacturer-to-consumer rebates [J]. Management Science, 2013, 59(4): 813 - 818.

[14] Chen X, Li C L, Rhee B D, et al. The impact of manufacturer rebates on supply chain profits [J]. Naval Research Logistics, 2007, 54: 667 - 680.

[15] Aydin G, Porteus E L, Agrawal N, et al. Manufacturer-to-RetailerVersus Manufacturer-to-Consumer Rebates in a Supply Chain [M]. Retail Supply Chain Management, Springer, New York, 2008, 237 - 270.

[16] Caliskan-Demirag O, Chen Y, Li J. Customer and retailer rebates under risk aversion [J]. International Journal of Production Economics, 2011, 133: 736 - 750.

[17] Cho S, McCardle K F, Tang C S. Optimal pricing and rebate strategies in a two-level supply chain [J]. Production and Operations Management, 2009, 18(4): 426 - 446.

[18] Geng Q, Mallik S. Joint mail-in rebate decisions in supply chains under demand uncertainty [J]. Production and Operations Management, 2010, 20(4): 587 - 602.

[19] Cachon G P. Supply chain coordination with contracts [J]. Handbooks in Operations Research and Management, 2003, 11: 227 - 339.

[20] **李绩才, 周永务, 肖　旦, 等. 考虑损失厌恶一对多型供应链的收益共享契约 [J]. 管理科学学报**, 2013, 16(2): 71 - 82.

Li Jicai, Zhou Yongwu, Xiao Dan, et al. Revenue-sharing contract in supply chains with supplier and multiple loss-averse retailers [J]. Journal of Management Sciences in China, 2013, 16(2): 71 - 82. (in Chinese)

[21] Cattani K D, Gilland W G, Swaminathan J M. Coordinating Traditional and Internet Supply Chains [M]. Handbook of Quantitative Supply Chain Analysis Modeling in the E-Business Era, New York, Elsevier Publishers, 2004.

[22] Chen J, Zhang H, Sun Y. Implementing coordination contracts in a manufacturer S-tackelberg dual-channel supply chain [J]. Omega, 2012, 40: 571 - 583.

[23] Tsay A A, Agrawal N. Channel conflict and coordination in the e-commerce age [J]. Production and Operations Management, 2004, 13(1): 93 - 110.

[24] Cachon G P, Lariviere M A. Supply chain coordination with revenue-sharing contracts: Strengths and limitations [J]. Management Science, 2005, 51(1): 30 - 44.

?1994-2018 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.   http://www.cnki.net

[25] Cai G. Channel selection and coordination in dual-channel supply chains [J]. Journal of Retailing, 2010, 86(1): 22-36.
[26] Gilpatric S M. Slippage in rebate programs and present-biased preferences [J]. Marketing Science, 2009, 28(2): 229-238.
[27] 吴 军，李 健，汪寿阳. 供应链风险管理中的几个重要问题[J]. 管理科学学报，2006, 9(6): 1-12.
Wu Jun, Li Jian, Wang Shouyang. Some key problems in supply chain risk management [J]. Journal of Management Sciences in China, 2006, 9(6): 1-12. (in Chinese)

Optimization of pricing and rebate strategies and coordination for e-commence product

YU Niu, LI Jian-bin, LIU Zhi-xue*
School of Management, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430074, China

Abstract: In the e-commerce era, an e-tailer sells a single product to consumers in two ways: either through the traditional direct selling, or through the rebate selling with the participating of a third party rebate store. The optimal pricing strategy for the e-tailer and rebate strategy for the third party rebate store is studied using the consumer utility theory. The results show that, whether the e-tailer introduces a rebate channel is dependent on the fill rate of rebate product, the extra cost that consumers buy the rebate product, and the rebate redemption. Comparing with the centralized system, the optimal retail price in the decentralized case will decrease, while the rebate store will reduce the rebate value to consumers. As a consequence, it aggravates the channel conflicts and system inefficiency. Furthermore, a revised revenue sharing contract is designed to coordinate the system, which can maximize the system profits and achieve a win-win situation for both partners. Finally, numerical examples are used to verify the effectiveness of the contract.

Key words: e-commerce; pricing; rebate; contract; Pareto improvement

?1994-2018 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net