

doi: 10.12068/j.issn.1005-3026.2019.10.024

不同 O2O 模式下供应链服务质量控制

李艳婷, 张翠华, 李春雨, 吕茹霞

(东北大学 工商管理学院, 辽宁 沈阳 110169)

摘 要: 针对一个线上平台和一个线下服务商组成的供应链,考虑线上平台服务外包和线下服务商加盟的两种 O2O 模式,研究服务质量控制问题. 构建两种模式下服务质量控制基本模型,分析服务价格弹性、服务质量成本系数、营销努力成本系数等对服务价格、服务质量和营销努力的影响. 通过数值仿真分析集中和分散决策下的均衡解. 研究表明:服务质量和营销努力水平与服务价格弹性负相关;线下服务商加盟模式中分散决策导致“双重边际化”效应;线上平台所获利润份额较小且进行分散决策时,线上平台选择服务外包模式,否则选择服务商加盟模式.

关 键 词: O2O 模式;服务外包;服务商加盟;质量控制;Stackelberg 博弈

中图分类号: F 719 文献标志码: A 文章编号: 1005-3026(2019)10-1504-06

Service Quality Control of Supply Chains Under Different O2O Modes

LI Yan-ting, ZHANG Cui-hua, LI Chun-yu, LYU Ru-xia

(School of Business Administration, Northeastern University, Shenyang 110169, China. Corresponding author: ZHANG Cui-hua, E-mail: chzhang@mail.neu.edu.cn)

Abstract: In a supply chain consisting of an online platform and an offline service provider, the service quality control was studied by considering the two O2O modes of online platform service outsourcing mode and the offline service provider franchising mode. A basic model of service quality control under two modes was constructed, and the influences of service price elasticity, service quality cost coefficient, marketing effort cost coefficient on service price, service quality and marketing effort were analyzed. An equilibrium solution under centralized and decentralized decision was analyzed by numerical simulation. The results showed that service quality and marketing effort level are negatively correlated with service price elasticity. The decentralized decision-making in the offline service provider franchising mode leads to the effect of "double marginalization". When the profit distribution proportion obtained by the platform is small and the decentralized decision-making is made, the online platform chooses the service outsourcing mode or the service provider franchising mode.

Key words: O2O mode; service outsourcing; service provider franchising; quality control; Stackelberg game

近年来,互联网的发展促使传统产业发生了巨大转变. 中商情报网统计数据显示,截至2017年12月,我国网购用户规模达到5.33亿,较2016年增长14.3%,占网民总体的69.1%,中国网购市场预测2018年网购用户规模将超6亿. 顾客从网上搜索并预定产品或服务,然后到实体店进行

消费的方式,称之为O2O模式^[1]. O2O模式能够实现线上平台和线下门店的资源互通,达到线上线下联合发展的目的,可划分为线上平台服务外包和线下服务商加盟两种模式. 一方面,线上平台具有强大的宣传优势,通过与线下服务商合作或自建商店推进O2O模式发展,例如,携程旅行网

将网上服务外包给与其合作的线下商家,腾讯公司与其他企业合作自主搭建线下商店等. 另一方面,线下品牌商通过加盟线上平台或自建 APP 助推网购市场,例如,永辉超市自建永辉微店并入驻 O2O 生活服务平台京东到家,大型零售企业苏宁推行 O2O 的“店商 + 电商 + 零售服务商”全渠道经营等.

随着服务业的快速发展,服务质量引起越来越多学者的研究和关注^[2]. Liu 等^[3]研究了需求更新和质量承诺下物流服务供应链的服务能力采购决策. Zhang 等^[4-5]在服务供应链中对质量努力决策和质量控制策略进行研究. 张智勇等^[6]研究了养老服务供应链的质量控制与协调问题. Qin 等^[7]考虑成员的个人理性和公平关切行为,为在线零售服务供应链设计了服务质量协调契约. 上述文献对物流服务、养老服务和在线零售服务等质量进行研究,但没有涉及 O2O 模式下服务质量问题.

O2O 模式的研究得到学术界越来越多的重视. 金亮等^[8]在“线下体验 + 线上零售”O2O 供应链中考虑线下实体店的交叉销售行为,设计了线上零售商佣金契约. Zhang 等^[9]考虑零售商销售成本和需求偏差,在 O2O 模式下提出了协调供应链的数量折扣契约. Li 等^[10]在 O2O 供应链中考虑合作广告策略. 进一步,有些学者对 O2O 模式下供应链服务进行研究,Chen 等^[11]研究权利结构对 O2O 模式下零售服务供应链的影响. Zhang 等^[12]考虑存在服务竞争时,比较了三种 O2O 供应链渠道的决策和性能. 然而,上述研究没有涉及质量控制问题,没有考虑决策者的服务质量和营销努力对市场的影响.

本文针对不同 O2O 模式建立质量控制模型,求得 Stackelberg 博弈均衡解,通过数值仿真,揭示分散与集中决策下效益之比. 考虑市场需求受价格、服务质量和营销努力的影响,为线上平台和线下服务商的定价、服务质量和营销努力决策提供指导,为线上平台 O2O 模式的选择提供有价值的启示.

1 问题描述与假设

O2O 模式下,由一个线上平台、一个线下服务商和终端顾客三个主体组成的供应链结构关系如图 1 所示. 本文在集中和分散决策下考虑图中两种情形,集中决策下线上平台和线下服务商最大化供应链系统利润,同时对服务质量、服务价格

和营销努力进行决策;分散决策下线上平台和线下服务商进行 Stackelberg 博弈,分别以自身利润最大化为目标进行决策.

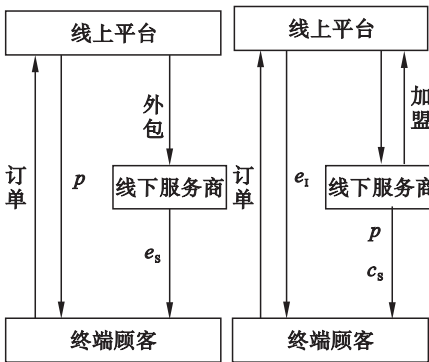


图 1 O2O 模式下供应链结构
Fig. 1 Supply chain structure under the O2O mode

1) 首先终端顾客通过线上平台进行浏览和下单,然后线上平台将服务订单外包给线下服务商,最后线下服务商为终端顾客提供服务,称之为线上平台服务外包模式. 分散决策下两阶段 Stackelberg 动态博弈顺序如下:线上平台作为 Stackelberg 博弈领导者,确定服务价格;线下服务商确定服务质量水平.

2) 首先线下服务商加盟线上平台,通过共享收益促进线上平台提供营销努力,然后终端顾客通过线上平台进行浏览和下单,最后线下服务商为终端顾客提供服务,称之为线下服务商加盟模式. 分散决策下两阶段 Stackelberg 动态博弈顺序如下:线下服务商作为 Stackelberg 博弈领导者,确定服务价格和服务质量水平;线上平台确定营销努力水平.

相关参数和描述:

- p : 服务价格 (决策变量);
- e_s : 服务商的服务质量水平 (决策变量);
- e_1 : 线上平台的营销努力水平 (决策变量);
- α : 市场潜在内部需求;
- β : 服务价格弹性系数;
- θ : 服务质量水平弹性系数,满足 $0 < \theta < 1$;
- ε : 营销努力水平弹性系数,满足 $0 < \varepsilon < 1$;
- $c(e_s)$: 服务商的服务质量成本,假定 $c(e_s) = ke_s^2/2$,其中 k 为服务质量成本系数;
- $c(e_1)$: 线上平台的营销努力成本,假定 $c(e_1) = be_1^2/2$,其中 b 为营销努力成本系数;
- λ : 线上平台服务外包模型中,线上平台所获利润份额, $0 < \lambda < 1$;
- φ : 线下服务商加盟模型中,线上平台所获利润份额, $0 < \varphi < 1$;

OC:线上平台服务外包模型下集中决策;
OD:线上平台服务外包模型下分散决策;
UC:线下服务商加盟模型下集中决策;
UD:线下服务商加盟模型下分散决策.

相关假设:

- 1) 线下服务商的固定加盟费用为 0.
2) 线上平台和线下服务商之间的利润分配系数 λ 和 φ 均为一固定值.

3) 根据服务行业特征,影响顾客购买服务的主要因素包括服务价格及服务质量. 借鉴文献[13],设定线上平台服务外包模型中需求函数为 $Q^O(p, e_s) = g(p)h(e_s) = (\alpha - \beta p)e_s^\theta$. 当线上平台提供营销努力时,营销努力水平会影响顾客的服务购买行为,借鉴文献[14],设定线下服务商加盟模型中需求函数为

$$Q^U(p, e_s, e_1) = g(p)l(e_s, e_1) = (\alpha - \beta p)e_s^\theta e_1^\varepsilon.$$

2 线上平台服务外包模型

集中决策下,供应链系统期望收益函数为

$$\pi^{OC} = p(\alpha - \beta p)e_s^\theta - \frac{k}{2}e_s^2. \tag{1}$$

分散决策下,线上平台和线下服务商的期望收益函数分别为

$$\pi_1^{OD} = \lambda p(\alpha - \beta p)e_s^\theta, \tag{2}$$

$$\pi_s^{OD} = (1 - \lambda)p(\alpha - \beta p)e_s^\theta \frac{k}{2}e_s^2. \tag{3}$$

定理 1 集中决策下,线上平台确定的最优服务价格、线下服务商的最优服务质量水平分别为

$$p^{OD*} = \frac{\alpha}{2\beta}, e_s^{OC*} = \left(\frac{\theta\alpha^2}{4\beta k}\right)^{\frac{1}{2-\theta}}. \tag{4}$$

其中,上角标加 * 代表最优均衡结果,其他类同.

定理 2 分散决策下,线上平台确定的最优服务价格、线下服务商的最优服务质量水平分别为

$$p^{OD*} = \frac{\alpha}{2\beta}, e_s^{OD*} = \left(\frac{\alpha^2\theta(1-\lambda)}{4\beta k}\right)^{\frac{1}{2-\theta}}.$$

由 (p^{OC*}, e_s^{OC*}) 和 (p^{OD*}, e_s^{OD*}) 可得均衡市场需求 d^* 、线上平台最优利润 π_1^* 、线下服务商最优利润 π_s^* 和供应链系统最优总利润 π^* ,如表 1 所示.

命题 1 外生参数对服务质量水平、服务价格的影响:

1) $\frac{\partial e_s^{OC*}}{\partial \beta} < 0, \frac{\partial e_s^{OC*}}{\partial k} < 0,$
 $\frac{\partial e_s^{OD*}}{\partial \beta} < 0, \frac{\partial e_s^{OD*}}{\partial k} < 0, \frac{\partial e_s^{OD*}}{\partial \lambda} < 0;$
2) $\frac{\partial p^{OC*}}{\partial \alpha} = \frac{\partial p^{OD*}}{\partial \alpha} > 0, \frac{\partial p^{OC*}}{\partial \beta} = \frac{\partial p^{OD*}}{\partial \beta} < 0.$

命题 1 表明:一方面,无论集中还是分散决策,服务质量与服务价格弹性、服务质量成本系数成反比;服务价格不受服务质量成本系数的影响,与市场潜在需求正相关,与服务价格弹性负相关. 另一方面,分散决策下,随线上平台所获利润份额的增大,线下服务商将降低服务质量水平以获得更高利润.

表 1 线上平台服务外包模型均衡结果
Table 1 Equilibrium results in the online platform service outsourcing mode

均衡结果	集中决策	分散决策
d^*	$\frac{\alpha}{2} \left(\frac{\theta\alpha^2}{4\beta k}\right)^{\frac{\theta}{2-\theta}}$	$\frac{\alpha}{2} \left(\frac{\alpha^2\theta(1-\lambda)}{4\beta k}\right)^{\frac{\theta}{2-\theta}}$
π_1^*	$\frac{\lambda k(2-\theta)}{2\theta} \left(\frac{\theta\alpha^2}{4\beta k}\right)^{\frac{2}{2-\theta}}$	$\frac{\lambda\alpha^2}{4\beta} \left(\frac{\alpha^2\theta(1-\lambda)}{4\beta k}\right)^{\frac{\theta}{2-\theta}}$
π_s^*	$\frac{k(1-\lambda)(2-\theta)}{2\theta} \left(\frac{\theta\alpha^2}{4\beta k}\right)^{\frac{2}{2-\theta}}$	$\frac{\alpha^2(2-\theta)(1-\lambda)}{8\beta} \left(\frac{\alpha^2\theta(1-\lambda)}{4\beta k}\right)^{\frac{\theta}{2-\theta}}$
π^*	$\frac{k(2-\theta)}{2\theta} \left(\frac{\theta\alpha^2}{4\beta k}\right)^{\frac{2}{2-\theta}}$	$\frac{\alpha^2(2-\theta)(1-\lambda) + 2\lambda\alpha^2}{8\beta} \left(\frac{\alpha^2\theta(1-\lambda)}{4\beta k}\right)^{\frac{\theta}{2-\theta}}$

命题 2 对比集中和分散决策下均衡利润:

- 1) 当 $f_1(\lambda, \theta) = 0$ 时, $\pi_1^{OC*} = \pi_1^{OD*}$;
当 $f_1(\lambda, \theta) > 0$ 时, $\pi_1^{OC*} > \pi_1^{OD*}$, 反之, $\pi_1^{OC*} < \pi_1^{OD*}$; 其中 $f_1(\lambda, \theta) = 2 - \theta - 2(1 - \lambda)^{\frac{\theta}{2-\theta}}$.
2) 当 $f_2(\lambda, \theta) = 0$ 时, $\pi_s^{OC*} = \pi_s^{OD*}$;

- 当 $f_2(\lambda, \theta) > 0$ 时, $\pi_s^{OC*} > \pi_s^{OD*}$, 反之, $\pi_s^{OC*} < \pi_s^{OD*}$; 其中 $f_2(\lambda, \theta) = 1 - (1 - \lambda)^{\frac{\theta}{2-\theta}}$.
3) 当 $f(\lambda, \theta) = 0$ 时, $\pi^{OC*} = \pi^{OD*}$;
当 $f(\lambda, \theta) > 0$ 时, $\pi^{OC*} > \pi^{OD*}$, 反之, $\pi^{OC*} < \pi^{OD*}$; 其中 $f(\lambda, \theta) = 2 - \theta - ((2 - \theta)(1 - \lambda) +$

$$2\lambda)(1-\lambda)^{\frac{\theta}{2-\theta}}.$$

3 线下服务商加盟模型

集中决策下,供应链系统期望收益函数为

$$\pi^{UC} = p(\alpha - \beta p)e_s^\theta e_1^\varepsilon - \frac{k}{2}e_s^2 - \frac{b}{2}e_1^2. \tag{5}$$

分散决策下,线上平台和线下服务商的期望收益函数分别为

$$\pi_1^{UD} = \varphi p(\alpha - \beta p)e_s^\theta e_1^\varepsilon - \frac{b}{2}e_1^2, \tag{6}$$

$$\pi_s^{UD} = (1 - \varphi)p(\alpha - \beta p)e_s^\theta e_1^\varepsilon - \frac{k}{2}e_s^2. \tag{7}$$

定理 3 集中决策下,线下服务商确定的最优服务价格、线下服务商的最优服务质量和线上平台的最优营销努力水平分别为

$$p^{UC*} = \frac{\alpha}{2\beta}, e_s^{UC*} = \left(\frac{\theta\alpha^2}{4\beta k}\right)^{\frac{2-\varepsilon}{4-2\theta-2\varepsilon}} \left(\frac{\varepsilon\alpha^2}{4\beta b}\right)^{\frac{\varepsilon}{4-2\theta-2\varepsilon}},$$

$$e_1^{UC*} = \left(\frac{\theta\alpha^2}{4\beta k}\right)^{\frac{\theta}{4-2\theta-2\varepsilon}} \left(\frac{\varepsilon\alpha^2}{4\beta b}\right)^{\frac{2-\theta}{4-2\theta-2\varepsilon}}.$$

定理 4 分散决策下,线下服务商确定的最优服务价格、线下服务商的最优服务质量和线上平台的最优营销努力水平分别为

$$p^{UD*} = \frac{\alpha}{2\beta}, e_s^{UD*} = \left(\frac{2b\theta(1-\varphi)}{k\varepsilon\varphi(2-\varepsilon)}\right)^{\frac{2-\varepsilon}{4-2\varepsilon-2\theta}} \left(\frac{\alpha^2\varepsilon\varphi}{4\beta b}\right)^{\frac{1}{2-\varepsilon-\theta}},$$

$$e_1^{UD*} = \left(\frac{2b\theta(1-\varphi)}{k\varepsilon\varphi(2-\varepsilon)}\right)^{\frac{\theta}{4-2\varepsilon-2\theta}} \left(\frac{\alpha^2\varepsilon\varphi}{4\beta b}\right)^{\frac{1}{2-\varepsilon-\theta}}.$$

由 $(p^{UC*}, e_s^{UC*}, e_1^{UC*})$ 和 $(p^{UD*}, e_s^{UD*}, e_1^{UD*})$ 可得均衡市场需求 d^* 、线上平台最优利润 π_1^* 、线下服务商最优利润 π_s^* 和供应链系统最优总利润 π^* ,如表 2 所示.

命题 3 外生参数对服务质量水平、营销努力水平、服务价格的影响:

1) $\frac{\partial e_s^{UC*}}{\partial \beta} < 0, \frac{\partial e_s^{UC*}}{\partial k} < 0, \frac{\partial e_s^{UC*}}{\partial b} < 0, \frac{\partial e_s^{UD*}}{\partial \beta} <$

$0, \frac{\partial e_s^{UD*}}{\partial k} < 0, \frac{\partial e_s^{UD*}}{\partial b} < 0, \frac{\partial e_s^{UD*}}{\partial \varphi}$ 的正负与 ε, φ 有关;

2) $\frac{\partial e_1^{UC*}}{\partial \beta} < 0, \frac{\partial e_1^{UC*}}{\partial k} < 0, \frac{\partial e_1^{UC*}}{\partial b} < 0, \frac{\partial e_1^{UD*}}{\partial \beta} <$

$0, \frac{\partial e_1^{UD*}}{\partial k} < 0, \frac{\partial e_1^{UD*}}{\partial b} < 0, \frac{\partial e_1^{UD*}}{\partial \varphi}$ 的正负与 ε, φ 有关;

3) $\frac{\partial p^{UC*}}{\partial \alpha} = \frac{\partial p^{UD*}}{\partial \alpha} > 0, \frac{\partial p^{UC*}}{\partial \beta} = \frac{\partial p^{UD*}}{\partial \beta} < 0.$

命题 3 表明:一方面,无论集中还是分散决策,服务质量和营销努力与服务价格弹性、服务质量成本系数、营销努力成本系数成反比;服务价格不受服务质量和营销努力成本系数的影响,与市场潜在需求正相关,与服务价格弹性负相关.另一方面,分散决策下,服务质量和营销努力水平随平台所获份额的变化与营销努力弹性和利润分配系数有关.

表 2 线下服务商加盟模型均衡结果

Table 2 Equilibrium results in the offline service provider franchising model		
均衡结果	集中决策	分散决策
d^*	$\frac{\alpha}{2} \left(\frac{\theta\alpha^2}{4\beta k}\right)^{\frac{\theta}{2-\theta-\varepsilon}} \left(\frac{\varepsilon\alpha^2}{4\beta b}\right)^{\frac{\varepsilon}{2-\theta-\varepsilon}}$	$\frac{\alpha}{2} \left(\frac{2b\theta(1-\varphi)}{k\varepsilon\varphi(2-\varepsilon)}\right)^{\frac{\theta}{2-\varepsilon-\theta}} \left(\frac{\alpha^2\varepsilon\varphi}{4\beta b}\right)^{\frac{\theta+\varepsilon}{2-\varepsilon-\theta}}$
π_1^*	$\frac{(2-\theta-\varepsilon)\varphi\alpha^2}{8\beta} \left(\frac{\theta\alpha^2}{4\beta k}\right)^{\frac{\theta}{2-\theta-\varepsilon}} \left(\frac{\varepsilon\alpha^2}{4\beta b}\right)^{\frac{\varepsilon}{2-\theta-\varepsilon}}$	$\frac{b(2-\varepsilon)}{2\varepsilon} \left(\frac{2b\theta(1-\varphi)}{k\varepsilon\varphi(2-\varepsilon)}\right)^{\frac{\theta}{2-\varepsilon-\theta}} \left(\frac{\alpha^2\varepsilon\varphi}{4\beta b}\right)^{\frac{2}{2-\varepsilon-\theta}}$
π_s^*	$\frac{(2-\theta-\varepsilon)(1-\varphi)\alpha^2}{8\beta} \left(\frac{\theta\alpha^2}{4\beta k}\right)^{\frac{\theta}{2-\theta-\varepsilon}} \left(\frac{\varepsilon\alpha^2}{4\beta b}\right)^{\frac{\varepsilon}{2-\theta-\varepsilon}}$	$\frac{k(2-\varepsilon-\theta)}{2\theta} \left(\frac{\alpha^2\varepsilon\varphi}{4\beta b}\right)^{\frac{2}{2-\varepsilon-\theta}} \left(\frac{2b\theta(1-\varphi)}{k\varepsilon\varphi(2-\varepsilon)}\right)^{\frac{2-\varepsilon}{2-\varepsilon-\theta}}$
π^*	$\frac{(2-\theta-\varepsilon)\alpha^2}{8\beta} \left(\frac{\theta\alpha^2}{4\beta k}\right)^{\frac{\theta}{2-\theta-\varepsilon}} \left(\frac{\varepsilon\alpha^2}{4\beta b}\right)^{\frac{\varepsilon}{2-\theta-\varepsilon}}$	$\frac{2b(1-\varphi)(2-\varepsilon-\theta) + b\varphi(2-\varepsilon)^2}{2\varepsilon\varphi(2-\varepsilon)} \left(\frac{2b\theta(1-\varphi)}{k\varepsilon\varphi(2-\varepsilon)}\right)^{\frac{\theta}{2-\varepsilon-\theta}} \left(\frac{\alpha^2\varepsilon\varphi}{4\beta b}\right)^{\frac{2}{2-\varepsilon-\theta}}$

4 数值仿真分析

本节对比集中和分散决策下最优解,进一步探讨服务水平变化情况.参考 Liu 等^[3]和 Qin 等^[7]的仿真数据并结合均衡解条件对各参数进行赋值, $\beta=6, \theta=0.5, \varepsilon=0.5, k=3, b=5, \alpha=30$.采用 MATLAB R2016b 进行计算,结果如表 3、表

4、图 2、图 3 所示.

由表 3 可知:随线上平台所获利润份额 λ 的增加,分散决策下服务质量、市场需求、线下服务商利润、供应链系统总利润将降低,线上平台利润先增加后减少,呈倒 U 型,这种变化趋势是由线上平台和线下服务商之间利润分配规则决定的.特别地,当 $\lambda=0.5$ 时,分散决策下服务质量、市场需求和服务商利润与集中决策下最优值相等.

表 3 线上平台服务外包模型均衡结果数值分析
Table 3 Numerical analysis of equilibrium results in the online platform service outsourcing model

均衡结果	决策形式	$\lambda = 0.1$	$\lambda = 0.3$	$\lambda = 0.5$	$\lambda = 0.7$	$\lambda = 0.9$
e_s^*	D	5.02	4.25	3.39	2.41	1.16
	C	3.39	3.3	93.39	3.39	3.39
p^*	D	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50
	C	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50
d^*	D	33.61	30.91	27.63	23.30	16.16
	C	27.63	27.63	27.63	27.63	27.63
π_1^*	D	8.40	23.18	34.54	40.78	36.36
	C	5.18	15.54	25.90	36.26	46.63
π_s^*	D	56.72	40.57	25.90	13.11	3.03
	C	46.63	36.26	25.90	15.54	5.18
π^*	D	65.12	63.75	60.44	53.89	39.39
	C	51.81	51.81	51.81	51.81	51.81
π^{OD*}/π^{OC*}	N/A	125.7%	123.06%	116.67%	104.02%	76.02%

注:D 表示“分散决策”;C 表示“集中决策”;N/A 表示“不适用”.

表 4 线下服务商加盟模型均衡结果数值分析
Table 4 Numerical analysis of equilibrium results in the offline service provider franchising model

均衡结果	决策形式	$\varphi = 0.1$	$\varphi = 0.3$	$\varphi = 0.5$	$\varphi = 0.7$	$\varphi = 0.9$
e_1^*	D	0.79	1.70	2.29	2.59	2.38
	C	4.26	4.26	4.26	4.26	4.26
e_s^*	D	3.55	3.87	3.41	2.53	1.18
	C	5.50	5.50	5.50	5.50	5.50
p^*	D	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50
	C	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50
d^*	D	25.16	38.43	41.93	38.43	25.16
	C	72.62	72.62	72.62	72.62	72.62
π_1^*	D	4.72	21.61	39.31	50.43	42.45
	C	9.08	27.23	45.39	63.54	81.70
π_s^*	D	37.73	44.83	34.94	19.21	4.19
	C	81.70	63.54	45.39	27.23	9.08
π^*	D	42.45	66.45	74.24	69.65	46.64
	C	90.77	90.77	90.77	90.77	90.77
π^{UD*}/π^{UC*}	N/A	46.77%	73.20%	81.79%	76.73%	51.38%

由表 4 可知:随线上平台所获利润份额 φ 的增加,分散决策下服务质量、营销努力、市场需求、线上平台利润、线下服务商利润、供应链系统总利润先增加后降低,呈倒 U 型,且分散决策下均衡结果始终小于集中决策下最优值,可知服务商加盟模式中分散决策导致了“双重边际化”效应。

由图 2 可知:随线上平台所获利润份额增加,服务外包模式中服务质量水平将降低,加盟模式中服务质量和营销努力水平先增加后降低,呈倒 U 型.特别地,当 $\varphi = 0.25$ 时,加盟模式下服务质量水平达到最大值;当 $\varphi = 0.75$ 时,加盟模式下营销努力水平达到最大值;当 $\varphi = 0.4833$ 时,两

种模式下服务质量水平相等,即 $e_s^{OD*} = e_s^{UD*}$.

由图 3 可知:随线上平台所获利润份额增大,集中决策下,加盟模式中线上平台利润始终较高;分散决策下平台利润先增加后减少,呈倒 U 型,当线上平台所获利润份额较小(小于 0.3546)时,服务外包模式中平台利润稍大,除此之外,加盟模式中平台利润始终占优.因此,两种模式均存在且可选择时,线上平台所获利润份额较小且进行分散决策时,平台选择服务外包模式,反之选择加盟模式.

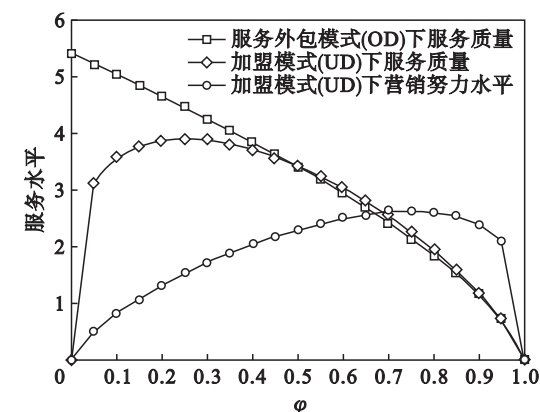


图 2 分散决策下服务水平与利润份额比例的关系
Fig. 2 Relationship between service level and profit share in decentralized decision-making

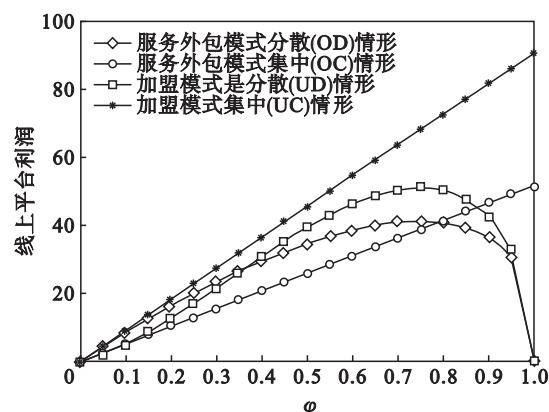


图 3 线上平台利润对比
Fig. 3 Comparison of online platform profits

5 结 论

- 1) 服务质量和营销努力水平与服务价格弹性负相关. 因此, 当终端顾客对服务价格敏感时, 降低服务价格的同时, 线上平台和线下服务商应相应地降低营销努力和服务质量水平.
- 2) 线下服务商加盟模型中, 分散决策导致了“双重边际化”效应, 因此, 线上平台和线下服务商应该设计有效的契约来协调双方决策行为, 以消除分散决策下供应链效率损失.
- 3) 对线上平台而言, 两种模式均存在且可以选择时, 分散决策且线上平台所获利润份额较小时选择服务外包模式, 否则, 线上平台应该放弃主导地位选择服务商加盟模式.

参考文献:

[1] Hu Y, Gu Q, Wen J, et al. A supplier selection and order allocation method for online to offline (O2O) e-commerce markets[C]// IEEE Conference on Industrial Electronics and Applications. SiemReap: IEEE, 2017: 1359 – 1364.

[2] Leng M, Li Z, Liang L. Implications for the role of retailers in quality assurance [J]. *Production and Operations Management*, 2016, 25 (5) : 779 – 790.

[3] Liu W, Xie D, Liu Y, et al. Service capability procurement decision in logistics service supply chain: a research under demand updating and quality guarantee [J]. *International Journal of Production Research*, 2015, 53 (2) : 488 – 510.

[4] Zhang C H, Xing P, Wang J. Quality effort decision in service supply chain with quality preference based on quantum game [J]. *International Journal of Modern Physics C*, 2015, 26 (7) : 11 – 33.

[5] 张翠华, 邢鹏, 王语霖. 考虑质量偏好的两阶段服务供应链质量控制策略 [J]. *运筹与管理*, 2017, 26 (4) : 37 – 46.

(Zhang Cui-hua, Xing Peng, Wang Yu-lin. Quality control strategy considering quality preference under two phases in service supply chain [J]. *Operations Research and Management Science*, 2017, 26 (4) : 37 – 46.)

[6] 张智勇, 吕嘉欣, 石永强. 基于奖惩契约的养老服务供应链质量控制协调 [J]. *工业工程*, 2016, 19 (5) : 58 – 64.

(Zhang Zhi-yong, Lyu Jia-xin, Shi Yong-qiang. Quality control and coordination in elderly service supply chain based on bonus and penalty dual contract [J]. *Industrial Engineering Journal*, 2016, 19 (5) : 58 – 64.)

[7] Qin X, Su Q, Huang S H, et al. Service quality coordination contracts for online shopping service supply chain with competing service providers: integrating fairness and individual rationality [J]. *Operational Research*, 2017, 1 (8) : 1 – 28.

[8] 金亮, 张旭梅, 但斌, 等. 交叉销售下“线下体验 + 线上零售”的 O2O 供应链佣金契约设计 [J]. *中国管理科学*, 2017, 25 (11) : 33 – 46.

(Jin Liang, Zhang Xu-mei, Dan Bin, et al. Commission contract design in “offline evaluation, online purchase” (O2O) supply chain in the presence of cross-selling [J]. *Chinese Journal of Management Science*, 2017, 25 (11) : 33 – 46.)

[9] Zhang J, Chen H, Zhang W. How to coordinate supply chain under O2O business model when demand deviation and retailer's sales cost deviation happen [C]// International Conference on Service Systems and Service Management. Kunming: IEEE, 2016: 1 – 5.

[10] Li X, Li Y, Cao W. Cooperative advertising models in O2O supply chains [J]. *International Journal of Production Economics*, 2017, 1 (1) : 1 – 9.

[11] Chen X, Wang X, Jiang X. The impact of power structure on the retail service supply chain with an O2O mixed channel [J]. *Journal of the Operational Research Society*, 2016, 67 (2) : 294 – 301.

[12] Zhang J, Chen H, Wu X. Operation models in O2O supply chain when existing competitive service level [J]. *International Journal of u-and e-Service, Science and Technology*, 2015, 8 (9) : 279 – 290.

[13] Li X, Li Y, Cai X, et al. Service channel choice for supply chain: who is better off by undertaking the service? [J]. *Production and Operations Management*, 2016, 25 (3) : 516 – 534.

[14] Xie J, Neyret A. Co-op advertising and pricing models in manufacturer-retailer supply chains [J]. *Computers & Industrial Engineering*, 2009, 56 (4) : 1375 – 1385.