

具有风险规避型的餐饮外卖供应链决策与博弈

韩曙光^a, 丁根基^b

(浙江理工大学, a. 理学院; b. 经济管理学院, 杭州 310018)

摘 要: 为了更好地规范外卖市场,使该市场健康有序发展,让餐饮商家和餐饮平台获利最大化且消费者获得更高质量的餐饮,文章探讨了外卖供应链协调问题。根据市场调研数据,结合餐饮外卖的价格、口感与质量水平,建立餐饮外卖的市场需求函数;探讨具有风险规避型的餐饮商家和外卖平台组成的二级供应链,根据 CVaR 风险度量准则,利用斯坦伯格博弈理论,针对餐饮商家和外卖平台各自的风险容忍度,制定出合理的餐饮外卖价格和口感与质量水平策略,并与风险中性的餐饮商家和外卖平台组成的二级供应链进行对比。研究表明,餐饮平台的风险容忍度取某区间值时,集中式决策下餐饮外卖具有更低的价格和较高的外卖口感与质量水平,这对于餐饮商家、外卖平台和消费者都是共赢的。

关键词: 餐饮外卖; 价格; 口感与质量水平; 风险规避供应链; 斯坦伯格博弈; 条件风险价值

中图分类号: F224.5

文献标志码: A

文章编号: 1673-3851(2018)08-0345-08

进入“互联网+”时代,国内涌现了大量餐饮外卖 O2O 平台,“饿了么”、“美团外卖”、到家美食会等外卖平台相继成立。“饿了么”外卖平台成立于 2009 年,目前覆盖全国 2000 个城市,加盟餐厅数量 130 万家,用户数量约 2.6 亿人。“美团外卖”成立于 2013 年,目前覆盖全国 1300 个城市,加盟餐厅数量超过 100 万家,用户数量约 2 亿人。据易观数据网显示^[1],互联网餐饮外卖市场交易份额 2014 年为 152 亿元,到 2017 年达到 2078 亿元,预计 2018 年将达到 3595 亿元,可见互联网餐饮外卖市场持续保持增长态势。很多白领上班族、大学生都选择外卖用餐,省时方便是餐饮外卖行业发展迅猛的主要原因之一。

郑海宇等^[2]从餐饮外卖的食品安全隐患和交通安全隐患着手进行分析,最终给出相应的解决对策和建议。王妍捷^[3]和刘文昌等^[4]分析了目前外卖行业的特点,并对团购模式和外卖 O2O 模式各个环节加以对比,指出当前我国外卖行业发展现状和面临的问题,最后给出发展对策。于赫等^[5]和常俏^[6]介绍各大 O2O 外卖平台的物流配送特点,指出了行业发展存在的问题和相应解决措施。冉文江等^[7]针对餐

饮外卖时效性问题的研究表明,定点定时的集中物流配送模式可以大大节约配送时间,提升客户满意度。从已有研究可知,餐饮外卖行业顺应了互联网时代潮流,具有很大的市场发展潜力,但同时也面临诸多问题。

在现实生活中,企业是具有风险偏好的,而风险规避特性使企业对供应链的选择难以协调。代建生等^[8]探讨了 CVaR(条件风险价值)风险度量准则下,把产品促销因素作为市场需求波动弄的动因,运用收益共享契约,使得风险规避供应链得到缓解。叶飞等^[9]和林强等^[10]研究了当供应商的产品供给具有不可靠性时,运用收益共享契约机制使得损失最小利润达到最大化,获得了最优订货决策。Xu 等^[11]研究了当二级供应链具有风险规避行为时,供应链成员的定价和协调,运用 CVaR 方法考察了风险规避型供应链的协调问题。Dai 等^[12]进一步考察了订购、促销和定价联合优化决策,对基于 CVaR 的两种订货模式比较研究策略问题进行了详细分析。冯艳刚等^[13]运用 CVaR 方法构建一个具有可替代产品的报童博弈模型,研究了商品的替代率以

及零售商的风险厌恶程度对最优决策的影响。朱传波等^[14]等运用 CVaR 度量工具,研究具有风险规避特性的零售商订货策略,并分析零售商最优订货量对供应商可靠性及对其自身的风险规避系数的敏感性。闻卉等^[15]研究的背景是需求具有随机性,而供应链成员正是为了规避这种需求不确定性带来的问题,他们设计了一个回购契约来优化供应链,研究风险规避水平对批发价格的影响。代建生等^[16]对风险规避零售商的订购与促销问题进行研究,结果表明:零售商越规避风险,其订购量和促销努力就越小。Ma 等^[17]则只考虑供应链单个成员具有风险规避特性,并未考虑多个供应链成员具有风险规避特性的博弈问题。浦徐进等^[18]考察了公平对于促销努力水平和供应链运作效率的影响。简惠云等^[19]建立了随机利润分配函数,该函数使得研究贴切生活实际,在此基础上进一步研究了带有风险偏好下的报童 CVaR 问题。郭飞等^[20]采用 CVaR 准则研究了风险偏好对供应商或零售商决策行为的影响,以及相应的供应链协调契约机制设计。总体而言,并非所有具有风险规避特性的供应链都可以得到完美协调和优化,因为所有风险中立下的供应链不能保证得到相应优化和协调,这就使得具有风险规避特性的供应链难以找到一个更好的契约去协调。

由于以往的需求函数大部分只是和价格建立一定的联系,但是在现实生活中产品的需求函数不仅和商品的价格有关,还和商品的质量水平、服务、品牌等因素有密切的关系。因此,本文首先对需求函数进行改进,针对餐饮外卖行业建立市场需求函数模型,再对该行业进行实证考察,发现餐饮外卖的市场需求与质量高度相关。经过分析得出,价格、口感与质量水平共同决定外卖餐饮的需求函数。最后假设餐饮商家和餐饮平台具有风险规避特性,根据供应链决策与博弈研究,得到综合考虑口感、质量、价格和供应链成员利润的餐饮平台风险容忍区间。而不考虑风险因素的供应链协调只是把供应链成员都视为风险中性的,未考虑到现实情况的复杂性。本文将具有风险规避特性的供应链与实际生活中的餐饮外卖供应链结合,可以让拥有不同风险喜好的供应链成员选择更加适合自己的产品定位,从而获取更大的利润。

一、餐饮外卖需求函数

(一)需求函数研究

根据相关数据显示^①,市场需求 D 与价格 p 并不是呈现简单的线性关系。通过对高校(浙江大学、浙江理工大学)和公司(杭州市滨江区博世电动工具有限公司)周边 2017 年 4 月餐饮外卖月需求量与价格的调查数据分析得出, D 与 p 分别呈现图 1 和图 2 的关系。

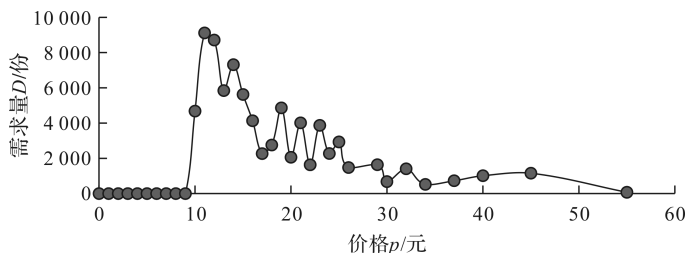


图 1 2017 年 4 月浙江大学、浙江理工大学周边餐饮外卖月需求量与价格的关系

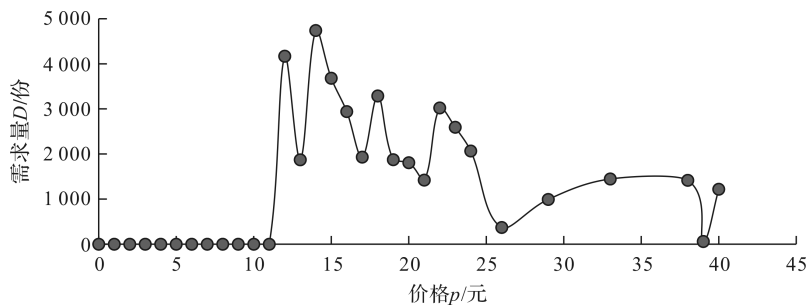


图 2 2017 年 4 月杭州市滨江区博世电动工具有限公司周边餐饮外卖月需求量与价格的关系

从图 1 和图 2 中可以看出,并不是餐饮外卖的价格越高,需求量就越低,而是呈现一个需求量先随

着价格增加而增加,过了某个价格拐点后,需求量随着价格增加而减少的趋势。价格低于 9 元的外卖基

① 数据来源:“美团外卖”APP 实时数据整理。

本没有,这可能是由于:一是价格太低,餐饮商家和外卖平台的利润以及外卖骑手的物流费用得不到保证;二是价格太低的外卖,消费者担忧食品安全与口感质量而不敢尝试。而图1和图2的价格拐点也各不相同,浙江大学与浙江理工大学周边外卖需求量出现价格拐点约为13元,杭州市滨江区博世电动工具有限公司周边外卖需求量出现价格拐点约为16元,主要原因可能在于学生和公司白领的经济承受能力存在差异。

按照一般市场规律, D 与 p 的关系是: $D=\alpha-\beta p$ (α 表示市场稳定情况下的固有需求, β 表示消费者对产品零售价格的敏感系数, $0<\beta<1$)。但在加入了消费者的餐饮口感与质量水平 x 这一变量后,基于图1和图2得到的需求与价格二者关系却如图3所示。亦即, D 是由 p 与 x 共同作用的结果(简单起见,忽略诸如物流配送速度、平台的品牌影响力、配送员态度等其他影响因素)。而餐饮口感与质量水平和餐饮商家制作成本 C 直接相关, x 越高, C 就越高。此外, C 和 p 有一定关系,一般来说 C 越高, P 越高,这是为了限制低制作成本的餐饮外卖冒充高口感与质量的外卖而标高价格。

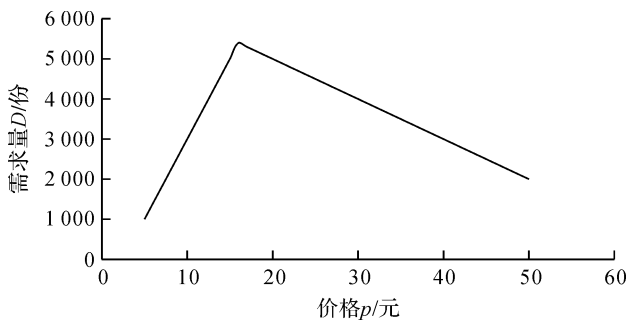


图3 市场需求量和价格之间关系

由上可知,需求函数可以表示为: $D=\alpha-\beta p+\theta x$ (θ 表示市场需求对产品口感质量的敏感系数, $\theta>0$)。 θ 越高,就意味着对消费者餐饮口感与质量认可度越高。 x 越高, p 也就越高。图3是需求与价格之间关系的函数图像,同时考虑了 x 。当 p 是 x 的近似二次方关系时,需求函数和产品定价以及产品口感与质量呈现图1与图2走向。因此可以把餐饮口感与质量水平参数 x 进行量化,即投资餐饮口感与质量水平的成本是 nx^2 ,其中 n 表示餐饮口感与质量水平投入成本系数。但斌等^[21]研究也表明了质量与成本之间呈现图3的函数走势。

因此,并不是商品价格越低,消费者的需求就越高。一方面,价格低意味着餐饮口感与质量水平将下降,所以消费者需求降低。另一方面,如果商品价

格很高,虽然餐饮质量有所提升,满足了消费者的饮食安全和口感,但价格过高也可能成为消费者的负担。

(二)基本假设

- a) D 只与 p 和 x 有关,和其它因素无关;
- b) C 和 x 越高, p 也就越高,这主要是为了限制低制作成本的餐饮外卖冒充高口感与质量水平的外卖;
- c) 餐饮平台的外卖口感与质量的投入成本是 $C_s=nx^2$;
- d) 外卖平台和餐饮商家都是理性个体;
- e) 餐饮商家和外卖平台关于对方的成本和利润是透明的,且信息对称。

(三)基本模型构建

根据一般市场规律可知, $D=\alpha-\beta p$,因此餐饮外卖的需求函数为:

$$D=\alpha-\beta p+\theta x, (\alpha>0, \beta>0, \theta>0) \quad (1)$$

市场需求具有不确定性,即: $\alpha=\bar{\alpha}+\epsilon$,这里的 $\bar{\alpha}$ 是餐饮外卖潜在的固定性需求, ϵ 为受外界因素干扰的需求波动,如经济波动、社会活动和自然灾害等因素干扰,可能是负数也可能是正数,这里期望 $E(\epsilon)=0$,方差 $\text{Var}(\epsilon)=\mu^2$,餐饮外卖商家和餐饮平台都知道需求情况,相应地按照这个需求标准来生产与运营。

风险规避型供应链成员的预期收益为 λ 。具有风险特性的供应链成员会综合考虑期望收益与期望收益方差,所以采用均值与方差的方式建立效用函数:

$$U=\lambda-\frac{\text{Var}(\lambda)}{T} \quad (2)$$

二、风险规避型供应链决策与博弈模型

目前,外卖O2O平台逐渐从井喷式发展过渡到成熟期,尤其是消费者和餐饮外卖商家可以网上互相评价、信息相对透明之后,消费者的关注重点也逐渐从价格转到餐饮外卖的产品质量、食品安全、物流配送和商家品牌等。为了在提高外卖销量的同时获得消费者好评,高质量的外卖成为现在餐饮外卖商家追逐的目标之一。“飞猫送餐”、“蹭饭网”、“品品美食”、“阿姨厨房”、“有饭局”、“果粉厨房”等外卖平台纷纷倒闭,归结原因都是败在价格战和外卖质量问题上。2017年8月24日,“饿了么”宣布与“百度外卖”合并,“百度外卖”成为“饿了么”的全资子公司,外卖平台也从“三足鼎立”,变成了“两雄争霸”,

外卖行业竞争异常激烈,在经历价格战之后,外卖口感与质量成为了大众首选因素。

白领市场的餐饮外卖规模一直都很稳定,但是校园周边餐饮外卖市场需求经常波动较大。一是学生假期多且长,所以寒暑假期间学校周边的餐饮外卖需求量急剧减少,生意冷淡。二是遇上雨雪天气时,更多学生选择点外卖进行用餐,导致外卖数量的急剧暴增。餐饮商家和餐饮平台如何面对这些不确定性因素并采取相应的措施,同样很重要。

带有风险规避型的餐饮外卖商家和餐饮外卖平台组成了二级供应链。构建分散式决策和集中式决策模型可以分别分析双方的风险容忍度对各自决策行为的影响。

(一)分散式决策下的风险规避型供应链协调

风险规避型餐饮外卖商家的期望收益为:

$$\lambda_s = (\omega - c)(\bar{\alpha} - \beta p + \theta x) - nx^2 \quad (3)$$

其中, ω 表示餐饮平台买进餐饮商家单位外卖的成本。

餐饮外卖商家期望利润 λ_s 的方差为 $\text{Var}(\lambda_s)$, 则:

$$\text{Var}(\lambda_s) = (\omega - c)^2 \mu^2 \quad (4)$$

风险规避型餐饮外卖商家的效用函数为:

$$U_s = (\omega - c)(\bar{\alpha} - \beta p + \theta x) - nx^2 - \frac{(\omega - c)^2 \mu^2}{T_s} \quad (5)$$

其中, T_s 表示餐饮外卖商家的风险容忍度。

同理,可以得知风险规避型餐饮外卖平台的期望利润为:

$$\lambda_m = (p - \omega)(\bar{\alpha} - \beta p + \theta x) \quad (6)$$

餐饮外卖平台的期望利润 λ_m 的方差 $\text{Var}(\lambda_m)$:

$$\text{Var}(\lambda_m) = (p - \omega)^2 \mu^2 \quad (7)$$

则风险规避型餐饮外卖平台的效用函数为:

$$U_m = \lambda_m - \frac{\text{Var}_m}{2T_m} = (p - \omega)(\bar{\alpha} - \beta p + \theta x) - \frac{(p - \omega)^2 \mu^2}{T_m} \quad (8)$$

其中, T_m 表示餐饮外卖平台的风险容忍度。这里的风险容忍度 T_s 和 T_m 分别表示餐饮外卖商家和平台企业对外界因素变化所表现的风险承受能力。当风险容忍度趋向于无穷大时,表示企业对风险是中性的且有能力做出调整;当风险容忍度很小时,表示企业对风险是厌恶的且不具备很强的应对能力。需要说明的是,当企业风险容忍度很大或者趋向于无穷大时,供应链是风险中性的,即供应链上的成员不惧怕任何风险,具备很强的抗风险能力。

在分散式供应链决策模型下,也可得出具有风险规避特性的餐饮外卖商家和外卖平台的效用函数分别为:

$$U_s = \lambda_s - \frac{\text{Var}_s}{T_s} = (\omega - c)(\bar{\alpha} - \beta p + \theta x) - nx^2 - \frac{(\omega - c)^2 \mu^2}{T_s} \quad (9)$$

$$U_m = \lambda_m - \frac{\text{Var}_m}{T_m} = (p - \omega)(\bar{\alpha} - \beta p + \theta x) - \frac{(p - \omega)^2 \mu^2}{T_m} \quad (10)$$

餐饮外卖商家和餐饮外卖平台都追求利润最大化,所以接下来分别求餐饮外卖商家和餐饮外卖平台的斯坦博格博弈,分析二者对餐饮外卖口感与质量投入水平和价格的决策。

1. 餐饮外卖平台斯坦博格博弈的供应链策略

在餐饮外卖平台的斯坦博格博弈中,餐饮平台是供应链的主导者,其趋向于给出的餐饮外卖价格 p_m 。当餐饮商家观察到 p_m ,会选择对自己利润最优的 x_s^* ,而口感与质量投入水平也就变成了餐饮平台已知的 x_m^* ,餐饮平台基于餐饮商家给出的 x_m^* ,再次选择对自己最有利的 p_m^* ,最终基于以上博弈确定策略。

因为 x 由餐饮外卖商家决定,所以对餐饮外卖商家的效用函数 U_s 求餐饮外卖平台的 x_m 一阶偏导数:

$$\frac{\partial U_s}{\partial x_m} = (\omega - c)\theta - 2nx \quad (11)$$

又因为 $\frac{\partial^2 U_s}{\partial x_m^2} < 0$,餐饮商家的效用函数关于口感

与质量投入水平是凹函数,令 $\frac{\partial U_s}{\partial x_m} = 0$,得出餐饮平台最优口感与质量投入水平:

$$x_m^* = \frac{\theta(\omega - c)}{2n} \quad (12)$$

把餐饮外卖平台认为的最优 x_m^* 代入到餐饮平台的效用函数 U_m ,得:

$$U_m = \lambda_m - \frac{\text{Var}_m}{T_m} = (p - \omega)(\bar{\alpha} - \beta p + \theta x_m^*) - \frac{(p - \omega)^2 \mu^2}{T_m} \quad (13)$$

再对餐饮平台的效用函数求其价格的一阶偏导数,得:

$$\frac{\partial U_m}{\partial p_m} = \bar{\alpha} + \theta x_m^* + \omega\beta - 2\beta p - \frac{2\mu^2(p - \omega)}{T_m} \quad (14)$$

因为 $\frac{\partial^2 U_m}{\partial p_m^2} = -2\beta - \frac{2\mu^2}{T_s} < 0$,餐饮平台的效用函数是关于价格的凹函数,令 $\frac{\partial U_m}{\partial p_m} = 0$,得到餐饮外卖

平台决定的最优价格:

$$p_m^* = w + \frac{\bar{\alpha} + \theta x_m^* - \beta w}{2\beta + \frac{2\mu^2}{T_m}} \quad (15)$$

在餐饮外卖平台的斯坦博格博弈的供应链策略中, x_m^* 不依赖于 T_m , 也不依赖于市场需求波动 μ 。结果表明, x_m^* 与 T_m 和 μ 无关, 风险规避型供应链策略下的餐饮口感与质量投入水平和风险中立供应链策略下的餐饮口感与质量投入水平一样。 p_m^* 和 T_m 成正比关系, T_m 越高, p_m^* 相应就越高, 但是 p_m^* 与 μ 成反比。结果表明, 餐饮价格和 T_m 有密切关系, 风险规避型供应链策略下的价格要比风险中立供应链下的价格低。

2. 餐饮外卖商家的斯坦博格博弈的供应链策略

在餐饮外卖商家的斯坦博格博弈的博弈中, 餐饮商家是供应链的主导者, 其趋向于给出 x_s 。当餐饮平台观察到餐饮商家的 x_s 后, 会选择对自己利润最优的 p_m^* , 而当餐饮平台观察到餐饮商家给出的 p_m^* 时, 餐饮平台给出的餐饮外卖价格也就变成了餐饮商家已知的 p_s^* , 再次选择对自己最有利的 x_s^* , 最终基于以上博弈确定策略。

因为 p 由餐饮外卖平台决定, 所以对 U_m 求餐饮外卖商家 p_s 的一阶偏导数:

$$\frac{\partial U_m}{\partial p_s} = \bar{\alpha} + \theta x + w\beta - 2\beta p - \frac{2\mu^2(p-w)}{T_m} \quad (16)$$

又因为 $\frac{\partial^2 U_m}{\partial p_s^2} = -2\beta - \frac{2\mu^2}{T_s} < 0$, 餐饮商家的效用

函数关于价格是凹函数, 所以令 $\frac{\partial U_m}{\partial p_s} = 0$, 得到餐饮外卖商家决定的最优价格:

$$p_s^* = \frac{T_m(\bar{\alpha} + \theta x + \beta w) + 2\mu^2 w}{\beta T_m + 2\mu^2} \quad (17)$$

式(17)记为 $p(x)$ 。把餐饮商家认为的最优 p_s^* 代入到餐饮商家的 U_s , 得:

$$U_s = (w-c)(\bar{\alpha} - \beta p(x_s) + \theta x) - nx^2 - \frac{(w-c)^2 \mu^2}{T_m} \quad (18)$$

对餐饮商家的效用函数求其外卖口感与质量投入水平的一阶偏导数, 得:

$$\frac{\partial U_s}{\partial x_s} = (w-c)[\theta - \beta p'(x_s)] - 2nx \quad (19)$$

其中, $p'(x) = \frac{\theta T_m}{2\beta T_m + 2\mu^2}$ 。又因为 $\frac{\partial^2 U_s}{\partial x_s^2} = -2n < 0$, 餐饮商家的效用函数关于外卖口感与质量投入水平

是凹函数, 令 $\frac{\partial U_s}{\partial x_s} = 0$, 得餐饮外卖商家决定的最优外卖口感与质量投入水平:

$$x_s^* = \frac{\theta(w-c)}{2n} - \frac{\beta}{4n\left(\beta + \frac{\mu^2}{T_m}\right)} \quad (20)$$

将最优 x_s^* 代入到餐饮外卖商家决定的最优 p_s^* , 可以得到:

$$p_s^* = w + \frac{\bar{\alpha} + \theta x_s^* - \beta w}{2\beta + \frac{2\mu^2}{T_m}} \quad (21)$$

在餐饮商家的斯坦博格博弈的供应链策略中, x_s^* 不仅依赖于 T_m , 也依赖于市场需求波动的 μ , 这和餐饮平台的斯坦博格博弈的供应链策略中完全不一样。这里的 x_s^* 也依赖于 μ , 且与 μ 成正比, 与 T_m 成反比。餐饮外卖商家决定的最优 p_s^* 和 T_m 成正比关系, 风险容忍度 T_m 越高, p_s^* 就越高, 但是和 μ 成反比, 这点和餐饮商家的斯坦博格博弈的供应链策略中 p_m^* 相同。

(二) 集中式决策下的风险规避型供应链协调

具有风险规避特性的餐饮外卖商家和餐饮平台组成的整体供应链总期望利润为:

$$\lambda = (p-c)(\bar{\alpha} - \beta p + \theta x) - nx^2 \quad (22)$$

餐饮外卖供应链集中式决策下的期望利润 λ 的方差为 $\text{Var}(\lambda)$, 则:

$$\text{Var}(\lambda) = (p-c)^2 \mu^2 \quad (23)$$

风险规避下集中式决策的效用函数为:

$$U = \lambda - \frac{\text{Var}(\lambda)}{2(T_m + T_s)} = (p-c)(\bar{\alpha} - \beta p + \theta x) - nx^2 - \frac{(p-c)^2 \mu^2}{T_m + T_s} \quad (24)$$

在集中式决策下使得餐饮 p 和 x 合理化, 利润最大化, 分别对利润函数的餐饮 p 和 x 求一阶偏导和二阶偏导:

$$\frac{\partial \lambda}{\partial p} = -2\beta p + \bar{\alpha} + \theta x + \beta c - \frac{2(p-c)\mu^2}{T_m + T_s} \quad (25)$$

$$\frac{\partial \lambda}{\partial x} = \theta p - \theta c - 2nx \quad (26)$$

$$\frac{\partial^2 \lambda}{\partial x^2} = -2n \quad (27)$$

$$\frac{\partial^2 \lambda}{\partial p^2} = -2\beta - \frac{2\mu^2}{T_m + T_s} \quad (28)$$

$$\frac{\partial^2 \lambda}{\partial p \partial x} = \frac{\partial^2 \lambda}{\partial x \partial p} = \theta \quad (29)$$

得到海塞矩阵:

$$H(p, x) = \begin{bmatrix} \frac{\partial^2 \lambda}{\partial p^2} & \frac{\partial^2 \lambda}{\partial x \partial p} \\ \frac{\partial^2 \lambda}{\partial p \partial x} & \frac{\partial^2 \lambda}{\partial x^2} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -2\nu - \frac{2\mu^2}{T_m + T_s} & \theta \\ \theta & -2\nu \end{bmatrix} \quad (30)$$

当 $(-2n) \left(-2n - \frac{2\mu^2}{T_m + T_s} \right) - \theta^2 > 0$ 时, 海塞矩阵负定, 函数存在最优解。

$$\text{令 } \frac{\partial \lambda}{\partial x} = 0 \text{ 得 } x^* = \frac{(\bar{\alpha} - \beta c)\theta}{2n \left(2\beta + \frac{2\mu^2}{T_m + T_s} \right) - \theta^2} \quad (31)$$

$$\text{令 } \frac{\partial \lambda}{\partial p} = 0 \text{ 得 } p^* = c + \frac{2n(\bar{\alpha} - \beta c)}{2n \left(2\beta + \frac{2\mu^2}{T_m + T_s} \right) - \theta^2} \quad (32)$$

以上求出了分别在集中式决策和分散式决策下的最优价格、最佳外卖口感与质量水平和利润。由于公式比较复杂, 不便于进一步判断大小关系, 接下来将结合案例具体分析。

三、案例分析

H 餐饮商家是浙江理工大学周边的一家餐饮公司, 主要经营各式面类饮食和米饭类饮食, 经营对象主要是周边学校的大学生, 商家产品线上线下同时销售。学生考虑到餐饮商家距离学校比较近, 外卖骑手的运输也需要一定时间, 因此外卖口感、质量没有线下高, 所以大多数学生在线下进行消费。考虑到这些问题, 本文对 H 餐饮商家进行一定的餐饮口感和质量提升, 主要是增加餐饮分量、进一步

改进食材口感、提升运输包装盒保温效果等。每份餐饮生产成本 $c=8$ 元, 市场规模 $\alpha=2000$ 份外卖, $\beta=70$, $\theta=30$, 餐饮口感和质量成本系数 $n=30$ 。因为 x_s^* 、 x_m^* 、 x^* 、 p_s^* 、 p_m^* 和 p^* 都是有关于餐饮平台风险容忍度 T_m 的函数, 这里把 T_s 看作常数, 设为 $T_s=60$; 为了反映风险容忍度对餐饮价格和餐饮口感与质量水平的影响, 把餐饮平台风险容忍度 T_m 设置一个范围, $T_m \in [0, 150]$ 。

(一) 风险容忍度对餐饮外卖口感与质量水平的影响

从图 4 可以看出, 当 T_m 在 95 附近时, $x^* = x_s^* = x_m^*$; 当 $T_m < 95$ 时, $x^* < x_s^* = x_m^*$; 当 $T_m > 95$ 时, $x^* > x_s^* = x_m^*$ 。在分散式决策下, 餐饮商家和餐饮平台斯坦博格博弈的供应链协调结果表明, 它们具有一样的餐饮口感与质量投入水平。在集中式决策下, 餐饮口感与质量投入水平随着餐饮平台的风险容忍度增加而增加。当餐饮外卖平台偏向于风险中性时即餐饮外卖风险容忍度很大, 集中式决策下餐饮外卖的餐饮口感与质量水平大于具有风险规避特性下的供应链餐饮口感与质量水平。结果表明, 当 T_m 较小时 ($T_m < 95$), 带有风险规避特性的分散式餐饮供应链有着较大的餐饮口感与质量水平投资; 当 T_m 较大时 ($T_m > 95$), 带有风险规避特性的集中式供应链有着较大的餐饮口感与质量水平的投资。从图 4 并无法判断哪种决策下的餐饮口感与质量投入水平一定优于另一种决策, 因为好的决策和许多因素相关。

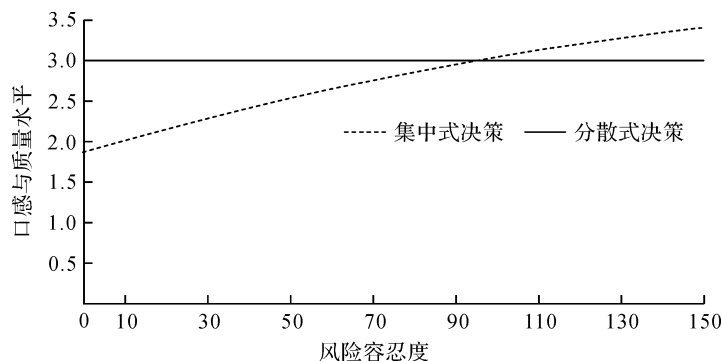


图 4 餐饮平台的风险容忍度对餐饮口感与质量水平的影响

(二) 风险容忍度对餐饮外卖价格的影响

从图 5 可以看出, $p^* < p_s^* = p_m^*$, 带有风险规避特性的分散式餐饮供应链的价格总是大于带有风险规避特性的集中式供应链的价格。无论是分散式还是集中式决策, 餐饮外卖的价格都是随着餐饮外卖平台的风险容忍度增加而增加。当餐饮外卖平台偏向于风险中性时即餐饮外卖风险容忍度很大, 餐饮

外卖的价格是要大于具有风险规避特性下的供应链价格。以上表明, T_m 直接影响带有风险规避特性的餐饮供应链的价格决策。结合 T_m 与餐饮口感与质量投入水平的图像来看, 当 T_m 较大时 ($T_m > 95$), 集中式决策下的餐饮外卖比起分散式决策下的餐饮外卖有着更高的餐饮口感与质量投入水平, 但是却有较低的餐饮外卖价格。

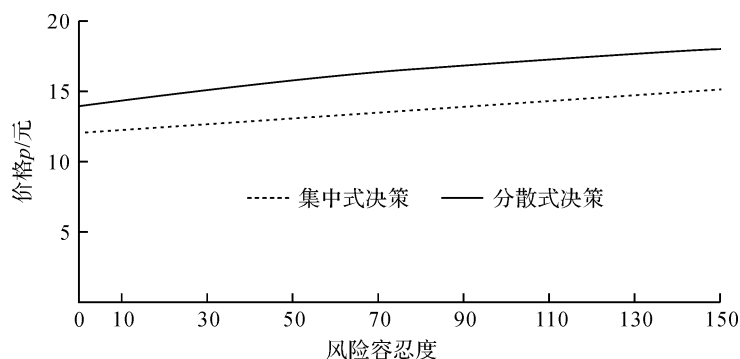


图5 餐饮平台的风险容忍度对餐饮外卖价格的影响

(三) 风险容忍度对总利润的影响

从图6可以看出,带有风险规避特性的集中式供应链的总利润总是要大于分散式供应链的总利润。无论是分散式还是集中式决策,餐饮商家和餐饮平台的总利润随着餐饮外卖平台的风险容忍度增加而增加。当餐饮外卖平台偏向于风险中性时即餐饮外卖风险容忍度很大,无论是分散式供应

链还是集中式供应链,利润都是会大于具有风险规避特性下的供应链利润。这也不难理解,当餐饮外卖平台是风险中性时,餐饮商家和餐饮平台所处的环境是没有需求波动等外界因素困扰或者对外界因素的困扰具有完全抵抗能力,此时利润肯定大于对外界环境因素改变而不能适应的餐饮商家和餐饮平台。

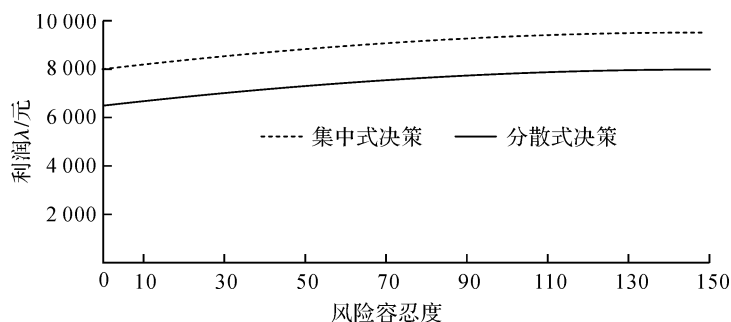


图6 餐饮平台的风险容忍度对总利润的影响

四、结 语

本文探讨了餐饮外卖商家和餐饮平台的风险规避行为,发现当餐饮商家的风险容忍度取某个固定值时,餐饮平台的风险容忍度和需求的波动直接影响外卖的价格、餐饮口感与质量水平和总利润。当餐饮商家的风险容忍度固定,餐饮平台的风险容忍度高于某个值时,集中式决策是作为有效的方法可以获得更高的餐饮外卖的口感与质量水平。集中式供应链下的外卖价格总是低于分散式决策下的外卖价格,利润却高于分散式决策下的利润。集中式决策下存在一个餐饮平台风险容忍度的区间,在此区间范围内,形成低于分散式决策下的外卖价格,但是高于分散式决策下的外卖口感与质量水平的外卖。这个区间对于餐饮商家和餐饮平台很重要,尤其对于消费者来说,可以用较低的价格得到高的口感与质量水平的外卖。而当餐饮平台趋向于风险中性时,恰好使得餐饮平台风险容忍度在该区间,也就说明具

有风险中性的餐饮平台可以让外卖具有更好的餐饮口感与质量水平,更低的价格以及更高的供应链成员利润。该结论对于餐饮外卖市场具有一定的指导意义。现实生活中的外卖市场并不成熟,餐饮商家和外卖平台可以根据市场定位和风险偏好,再结合供应链其他成员的情况共同决定餐饮外卖的口感与质量水平和价格,这样可以让整个供应链成员的利润最大化。但是本文也存在一些不足,比如假定餐饮商家的风险容忍度是固定值,这并不现实。未来研究可以考虑餐饮商家和外卖平台的风险容忍度同时变化,以便更好地刻画风险容忍度对餐饮外卖供应链成员的决策行为影响。

参考文献:

- [1] 杨旭. 中国互联网餐饮外卖市场年度综合分析 2018 [EB/OL]. (2018-03-21) [2018-05-13]. <https://www.analysys.cn/analysis/trade/detail/1001246/>.
- [2] 郑海宇, 李林. 餐饮外卖行业的安全隐患及对策[J]. 物

- 流工程与管理, 2016, 38(12): 153-155.
- [3] 王妍捷. 外卖 O2O 市场下的物流策略研究[J]. 物流技术, 2015, 34(10): 23-25.
- [4] 刘文昌, 丁菲, 何奎. 基于 O2O 模式的餐饮外卖行业发展对策研究[J]. 辽宁工业大学学报, 2015, 17(5): 23-25.
- [5] 于赫, 王忠吉. 浅析当今餐饮行业 O2O 运营模式[J]. 物流工程与管理, 2016, 38(8): 77-80.
- [6] 常俏. 外卖 O2O 时效安全有待升级[J]. 中国物流与采购, 2016(5): 48-50.
- [7] 冉文江, 杨丽玲, 曹一, 等. 网络订餐配送 O2O 闭环模式探讨[J]. 江南大学学报, 2016, 15(2): 92-97.
- [8] 代建生, 孟卫东. 风险规避下具有促销效应的收益共享契约[J]. 管理科学学报, 2014, 17(5): 25-33.
- [9] 叶飞, 林强. 风险规避型供应链的收益共享机制研究[J]. 管理工程学报, 2012, 26(1): 113-118.
- [10] 林强, 叶飞, 陈晓明. 随机弹性需求条件下基于 CVaR 与收益共享契约的供应链决策模型[J]. 系统工程理论与实践, 2011, 31(12): 2296-2307.
- [11] Xu G Y, Dan B, Zhang X M. Coordinating a dual-channel supply chain with risk-averse under a two-way revenue sharing contract[J]. International Journal of Production Economics: Part A, 2014, 147(1): 171-179.
- [12] Dai J, Meng W. A risk-averse newsvendor model under marketing-dependency and price-dependency[J]. International Journal of Production Economics, 2015(160): 220-229.
- [13] 冯艳刚, 吴军. 突发事件环境下风险厌恶型报童博弈模型[J]. 系统工程理论与实践, 2015, 35(3): 598-607.
- [14] 朱传波, 季建华, 包兴. 供应链风险规避下 CVaR 的零售商订货策略[J]. 系统管理学报, 2014, 23(6): 861-866.
- [15] 闻卉, 曹晓刚, 黎继子. 基于 CVaR 的供应链回购策略优化与协调[J]. 系统工程学报, 2013, 28(2): 211-217.
- [16] 代建生, 孟卫东, 范波. 风险规避供应链的回购契约安排[J]. 管理科学学报, 2015, 18(5): 47-57.
- [17] Ma L, Liu F, Li S, et al. Channel bargaining with risk-averse retailer[J]. International Journal of Production Economics, 2012, 139(1): 155-167.
- [18] 浦徐进, 龚磊, 张兴. 考虑零售商公平偏好的促销努力激励机制设计[J]. 系统工程理论与实践, 2015, 35(9): 2271-2279.
- [19] 简惠云, 许民利. “报童问题”中风险偏好下的条件风险值及其优化研究[J]. 控制与决策, 2013, 28(10): 1446-1453.
- [20] 郭飞, 孟志青, 蒋敏. CVaR 准则下的双层供应链风险决策模型[J]. 管理工程学报, 2013, 27(2): 142-147.
- [21] 但斌, 任连春, 张旭梅. 质量影响需求下的二级供应链协调模型研究[J]. 工业工程与管理, 2010, 15(4): 1-4.

Research on decision and game of risk-averse take-out food supply chain

HAN Shuguang^a, DING Genji^b

(a. School of Sciences; b. School of Economics and Management,
Zhejiang Sci-Tech University, Hangzhou 310018, China)

Abstract: In order to better standardize the takeout market, make the market develop healthily and orderly, maximize the profit of catering merchants and catering platform and let consumers gain higher-quality catering service, this paper discusses the problem of takeout supply chain coordination. According to the market research data, the market demand function of takeout was built by combining the price with food taste and quality level of take-out food. The two-level supply chain consisting of risk-averse catering merchants and takeout platform was discussed. According to CVaR risk measurement norms, Stackelberg Game was used to formulate rational takeout food price, taste and quality level strategy for risk tolerance of catering merchants and takeout platform. Besides, two-level supply chain composed of risk neutral catering merchants and takeout platform was compared with the strategy. The research shows that when risk tolerance value of the catering platform is within an interval, the takeout food has lower price and higher taste and quality level under the centralized decision. This is all-win for catering industries, catering platforms and consumers.

Key words: take-out food; price; taste and quality level; risk-averse supply chain; Stackelberg Game; CVaR

(责任编辑: 钱一鹤)