

# 考虑旅客忠诚度的航空机票在线定价策略研究<sup>①</sup>

张 辰, 田 琼\*

(北京航空航天大学经济管理学院, 北京 100191)

**摘要:** 研究了在在线旅游服务提供商(OTA)参与的市场上,航空公司对于在线直销与分销渠道的选择和最优定价问题.一方面,依据旅客是否通过公司直销的购买行为,将其分为“忠诚”旅客和“不忠诚”旅客;另一方面,各个航空公司通过设定不同的直销定价及分销提成来最大化利润,而 OTA 平台也会根据旅客需求和航空公司决策来设定分销价格.研究发现,相对于 OTA 平台,航空公司的旅客需求对价格的变动更为敏感;旅客忠诚度水平越高,竞争者数量越多,航空公司越不愿意加入 OTA 平台;当平台上竞争者达到一定数量的情况下,没有航空公司有动机加入或退出 OTA,航空市场达到均衡状态.算例结果支持了模型的解析结论.

**关键词:** 航空机票; 分销渠道; 旅客忠诚度; OTA 平台

**中图分类号:** F270    **文献标识码:** A    **文章编号:** 1007-9807(2019)12-0031-09

## 0 引 言

随着移动互联网技术突飞猛进以及电子客票的普及,在线旅游服务提供商(OTA)蓬勃发展,航空公司也从传统的柜台销售,转向以官网直销、OTA 代理商分销为主导的销售方式.例如,在美国 400 亿美元的航空市场中就有近 15% 的比例是通过 OTA 平台交易产生的<sup>[1]</sup>.与传统代理商相比,OTA 平台能够将多方位的信息及顾客多样化的需求进行分类打包,为顾客提供一站式的服务以及更多的选择,因此能够更好地满足顾客需求<sup>[2]</sup>.

对于航空公司来讲,加入 OTA 平台能够为航空公司提供一个更为广阔的消费者群体,但同时也面临着代理费、佣金等高额的分销成本,也让他们暴露于更为激烈的竞争环境之下.相比于分销模式,直销可以为航空公司带来更明显直接的收益,一方面避免了巨大的分销成本,另一方面可以直接面向自己的客户,准确掌握旅客的动向,从而

更加及时有效地满足旅客的需求.因此,近年来各大航空公司开始逐步缩减代理商,直销的模式越发受到重视,比重也在逐年增加<sup>[3-4]</sup>.

航空公司面临的直销以及分销渠道选择及定价问题从根本上与传统供应链中供应商销售渠道选择与定价问题有着共通之处.田林等<sup>[5]</sup>采用博弈理论研究了在供应链中企业的动态渠道选择和定价策略,发现对于制造商而言,零售商增值能力较小时引入零售渠道最优.王滔等<sup>[6]</sup>通过博弈视角发现在权力不对等时跟随者较易实现最优决策,权力对等时参与者能够同时实现最优,并且消费者对服务的敏感程度对产品价格、服务水平及需求具有积极作用.针对二级供应链定价问题的研究,刘威志等<sup>[7]</sup>指出供应商的利他性及零售商的刻毒性对整个供应链定价决策的影响,建议供应商应降低批发价格,通过辅助决策手段提高决策准确性.在有平台参与的供应链定价问题研究中,张凯等<sup>[8]</sup>研究了双边市场中平台的动态定价问题,发现歧视定价策略比统一定价策略更有利

① 收稿日期: 2017-05-31; 修订日期: 2018-07-17.

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(71890971; 71890970; 71961137001).

通讯作者: 田 琼(1981—), 男, 河北廊坊人, 博士, 教授. Email: tianqiong@buaa.edu.cn

平台获得较高利润,但不利于用户效用及社会福利水平的提升.余牛等<sup>[9]</sup>研究了网络直销模式中网络零售商的最优定价策略以及第三方返利平台的最优返利策略,结果表明分散式决策相对于集中式决策零售价格会降低,返利会减少,作者还设计了一种改进的收益共享模式使得渠道成员实现“共赢”.

针对航空分销市场近些年的研究较少,且多以实证分析为主. Alamdari 等<sup>[10]</sup>对航空公司,旅游代理商,全球分销系统等各主体的发展进程进行了概述,并通过问卷调查的方式进行主观性地分析预测,但是没有涉及到理论模型的分析;在航空公司渠道选择问题上, Koo 等<sup>[11]</sup>就航空公司在何种情况下选择何种销售渠道进行了理论建模分析,发现旅客忠诚度水平以及竞争程度会影响销售渠道的选择,文章通过算例分析挖掘出一定的规律,但没有给出相应的解析证明. 本文在 Koo 等<sup>[11]</sup>所做工作的基础上探究了航空公司在不同销售模式下的定价策略,并且将 OTA 的最优决策考虑进来,对渠道销售选择和航空机票在线定价策略进行了模型分析,提供了解析证明并通过算例进行了验证.

## 1 机票销售模式及市场结构

机票搜索模式通常考虑有两种类型:固定样本搜索以及顺序搜索. 固定样本搜索,是指旅客在购买机票时根据自己的偏好会有一个可选集,在获得该可选集的所有价格后,经过比较选择价格最低的机票购买<sup>[12-14]</sup>;而顺序搜索则会分步连续进行,在每次搜索后出行者都会比较接受当前搜索结果所带来的收益与继续搜索下去的成本来决定其选择<sup>[15-16]</sup>. 本文假设旅客选购机票采用顺序搜索方式.

为提高旅客忠诚度,航空公司通常采用常旅客计划等来激励对本航空公司忠诚的旅客,旅客对航空公司的忠诚程度通常会受到包括服务质量,客户满意度及信任程度等的影响<sup>[17]</sup>. 在本模型中,航空公司面对有两种类型的旅客:忠诚旅客和不忠诚旅客. 为了突出 OTA 的比价特性以及航空公司官网所针对的忠诚客户群体,在该模型中

忠诚旅客是指对航空公司品牌忠诚并且会通过官网进行购票的旅客,也就意味着只要忠诚旅客选择购买机票,就一定会去该航空公司官网上购买,这可能跟这类旅客过去购买的习惯有关或者仅仅是为了降低搜索成本;而不忠诚的旅客对航空公司本身没有特定的要求,在购买机票时会到 OTA 平台上查看,选择 OTA 平台上最便宜的机票与自己的保留价格进行比较,如果最低价格仍高于保留价格,他就会放弃购买机票,离开该系统,转向其他的交通运输方式或者放弃出行. 因此根据忠诚的定义可以将旅客分为相互独立的两部分,一部分是选择在航空公司官网上购票的忠诚旅客,另一部分是在 OTA 平台上购票的不忠诚旅客. 模型中的变量符号及含义如表 1 所示.

表 1 模型中的变量符号和含义

Table 1 Variables and corresponding meanings in the model

变量符号	变量含义
$N$	购买机票的总人数
$n$	航空公司的数量
$r$	出行者对于机票的保留价格
$p$	机票价格
$F(r)$	保留价格的累积分布函数
$\theta(p)$	在官网上购票的忠诚顾客占总购买机票人数的比例
$p_A$	航空公司在官网上的票价
$p_O$	OTA 平台上机票的售价
$p_{AS}$	单渠道销售模式下官网上的机票售价
$c$	航空公司销售给平台的机票价格优惠数
$p_{AD}$	双渠道销售模式下官网上的机票售价
$p_{AT}$	航空公司选择加入 OTA 平台的临界价格

假设有数量为  $N$  的出行者购买某航线的机票,该航线上有  $n$  家公司提供无差异的服务. 出行者是异质的,每个人对于机票都有不同的保留价格  $r$ ,即该出行者愿意为机票支付的最高的价格. 购买机票时,出行者会将自己的保留价格  $r$  与票价  $p$  进行比较,当票价  $p$  不大于保留价格  $r$  时便会购买机票,否则放弃购买. 用  $F(r)$  表示保留价格的累积分布函数,应有  $dF(r)/dr \geq 0$ ,  $\lim_{r \rightarrow +\infty} F(r) = 1$ . 为了简化起见,假设  $N$  为单位 1 的需求,这时的需求函数即为  $D(p) = 1 - F(p)$ . 由于需求函数应满足边际效用递减原理,所以假设  $F(r)$  为凹函

数,即  $dF^2(r)/dr^2 \leq 0$  .

忠诚顾客的比例应该是与价格相关的:某航空公司机票价格越高,该公司忠诚旅客的比例越低.用  $\theta(p)$  代表航空公司忠诚旅客比例,则有  $d\theta(p)/dp \leq 0$  .忠诚旅客的比例在 0 到 1 之间并且有一个上界和下界,即  $0 \leq \underline{\theta} \leq \theta(p) \leq \bar{\theta} \leq 1$  .下界  $\underline{\theta}$  代表当航空公司将票价定在垄断价格时忠诚旅客的比例,上界  $\bar{\theta}$  代表将票价定在边际成本水平上忠诚顾客的比例.

在本模型中,假设有  $n$  家完全同质的航空公司和唯一的 1 个 OTA 平台,航空公司可以选择只在自己官网上售票,或者通过官网与 OTA 平台进行双渠道售票,取决于哪种模式可以获得更大的利润.

对于旅客选择购买机票的逻辑示意图见图 1.

如图 1 所示,在每家航空公司都会有  $\theta(p_A)$  比例的忠诚旅客选择在官网上购票,故有  $1 - n\theta(p_A)$  比例的旅客在 OTA 平台购票.通过两种渠道进行购票的旅客,都会比较给定的机票价格与自己的保留价格,以此决定要不要购买机票.

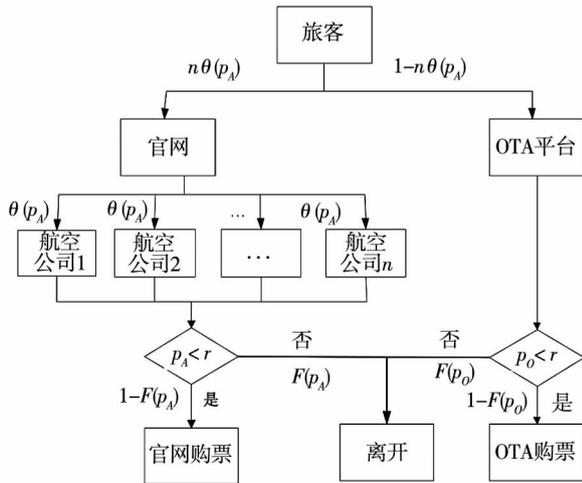


图 1 旅客选择购买机票的逻辑示意图

Fig. 1 Logic schematic drawing for passengers purchasing air tickets

## 2 单渠道销售模式下航空公司的最优决策

单渠道销售模式下航空公司仅在自己官网上售票.在单渠道销售模式下航空公司的目标函

数为

$$\max \pi_{AS} = p_{AS}\theta(p_{AS})[1 - F(p_{AS})] \quad (1)$$

其中  $p_{AS}$  代表在单渠道销售模式下官网上的机票售价,  $1 - F(p_{AS})$  表示在票价为  $p_{AS}$  的情况下会购买机票的旅客的数量.式(1)对  $p_{AS}$  的一阶条件为

$$\frac{\partial \pi_{AS}}{\partial p_{AS}} = \theta(p_{AS})[1 - F(p_{AS})] + p_{AS}\theta'(p_{AS}) \times [1 - F(p_{AS})] - p_{AS}\theta(p_{AS})F'(p_{AS}) \quad (2)$$

一阶条件等于 0,式(2)化简为

$$p_{AS}^* = \frac{\varepsilon(p_{AS}^*) + 1}{\lambda(p_{AS}^*)} \quad (3)$$

其中  $\varepsilon(p_{AS}) \equiv \theta'(p_{AS})(p_{AS}/\theta(p_{AS}))$  代表旅客忠诚度的价格弹性,由于  $d\theta(p)/dp < 0$  且  $p_{AS} > 0$  ,因此价格弹性满足  $-1 < \varepsilon(p_{AS}) \leq 0$  .旅客忠诚度的价格弹性越大,代表旅客对该航空公司越不忠诚,航空公司的最优票价也越低.

$$\lambda(p_{AS}) = \frac{F'(p_{AS})}{1 - F(p_{AS})}$$

表示在价格分布为  $F(p_{AS})$  并且在有  $1 - F(p_{AS})$  顾客购买的情况下,在  $p_{AS}$  点的瞬时购买率,代表  $F(p_{AS})$  的价格弹性.

$\pi_{AS}^*$  表示当航空公司在最优价格  $p_{AS}^*$  下所取得的最大利润.

若假设旅客忠诚度与价格无关,即  $(\theta'(p_{AS}) = 0$  或是  $\varepsilon(p_{AS}) = 0$  ),这时航空公司对忠诚旅客有着绝对的垄断权,最优的价格表示为  $p_{AS}^* = \frac{1}{\lambda(p_{AS}^*)}$  .

此时所得到的最优价格大于在顾客忠诚度与价格相关的假设条件下的结果,而对于最优价格的具体值则与旅客忠诚度的价格弹性  $\varepsilon$  以及旅客购买机票的价格分布  $F(p)$  直接相关.

## 3 双渠道销售模式下 OTA 平台与航空公司的最优决策

在双渠道销售模式下,航空公司既在自己官网上售票,又通过 OTA 平台售票.航空公司和平台目标都是追求自身利润最大化.

对于同一航班,假设航空公司在自己官网上售价为  $p_{AD}$  ,在 OTA 平台票价均为  $p_O$  .平台上销售的机票可以看作平台向航空公司购买然后进行

二次销售的过程. 平台向航空公司购买的价格为  $p_{AD} - c$ ,  $c$  代表相对于旅客航空公司给予平台的优惠, 一般情况下,  $c$  取正值, 表示航空公司支付给平台的“回扣”数. 因此, OTA 平台以  $p_{AD} - c$  的价格向航空公司买进机票, 再以  $p_o$  的价格卖出, 从而每张机票获得  $p_o - (p_{AD} - c)$  的利润. 一般情况下需要满足  $p_o \geq p_{AD} - c$ , 表示平台的机票售价要高于其成本, 从而保证不亏损. 同时需要满足  $p_o \leq p_{AD}$  来保证不忠诚的旅客选择会去 OTA 平台购票. 因此, OTA 平台上机票的售价  $p_o$  应介于  $p_{AD} - c$  与  $p_{AD}$  的范围之间, 如图 2 所示.

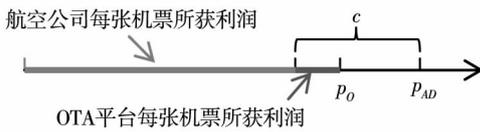


图 2 航空公司与 OTA 平台机票价格

Fig. 2 Air tickets' price of airline and OTA platform

### 3.1 OTA 平台利润及最优票价

由于航空公司是在已知 OTA 平台的最优反应策略下 ( $p_o^*$ ) 最优化自己的定价  $p_{AD}^*$  和回扣  $c^*$ , 因此属于序贯行动寡占模型中的先行定价模型, 航空公司具有先行定价权. 在航空公司给定价格  $p_{AD}^*, c^*$  的情况下, 平台会最优化自己的  $p_o^*$  来追求平台的利润最大化, 平台利润最大化表达式为

$$\max \pi_o(p_o) = [p_o - (p_{AD} - c)] \times [1 - n\theta(p_{AD})][1 - F(p_o)] \quad (4)$$

其中  $p_o - (p_{AD} - c)$  表示每卖出一张机票平台所获利润;  $1 - n\theta(p_{AD})$  表示在平台上购票的旅客的比例, 即除去对  $n$  家航空公司忠诚的旅客的比例;  $1 - F(p_o)$  表示在平台票价为  $p_o$  的情况下会选择购买机票的人数;  $[1 - n\theta(p_{AD})][1 - F(p_o)]$  则表示实际在平台上购买机票的人数.

式(4)对  $p_o$  的一阶条件为

$$\frac{\partial \pi_o}{\partial p_o} = [1 - n\theta(p_{AD})][1 - F(p_o)] - F'(p_o)(p_o - p_{AD} + c)[1 - n\theta(p_{AD})] \quad (5)$$

一阶条件等于 0, 式(5)转化为

$$\begin{aligned} p_o^* &= \frac{[1 - n\theta(p_{AD}^*)][1 - F(p_o^*)]}{F'(p_o^*)[1 - n\theta(p_{AD}^*)]} + p_{AD}^* - c^* \\ &= \frac{1 - F(p_o^*)}{F'(p_o^*)} + p_{AD}^* - c^* \end{aligned} \quad (6)$$

由式(6)可以看出, 平台的售价  $p_o^*$  是航空公司的

售价  $p_{AD}^*$  以及分销提成  $c^*$  综合影响的结果. 令  $\lambda(p_o^*) = \frac{F'(p_o^*)}{1 - F(p_o^*)}$ , 表示在价格分布为  $F(p_o^*)$  并且在有  $1 - F(p_o^*)$  顾客购买的情况下, 在  $p_o^*$  点的瞬时购买率, 代表  $F(p_o^*)$  的价格弹性.  $\frac{1 - F(p_o^*)}{F'(p_o^*)} = \frac{1}{\lambda(p_o^*)} = p_o^* - (p_{AD}^* - c)$  为弹性的倒数, 代表加价量, 即平台售价为  $p_o^*$ , 买进价格为  $p_{AD}^* - c^*$  情况下所获得的利润.

### 3.2 航空公司利润及最优票价

#### 1) 航空公司利润

从航空公司角度看, 由于 OTA 对自己的定价的反应如式(6)所示, 所以航空公司的目标可以表示为

$$\begin{aligned} \max \pi_{AD}(p_{AD}, c) &= p_{AD}\theta(p_{AD})[1 - F(p_{AD})] + \\ & (p_{AD} - c)[1 - n\theta(p_{AD})] \times [1 - F(p_o)]/n \end{aligned} \quad (7)$$

$p_{AD}\theta(p_{AD})[1 - F(p_{AD})]$  为航空公司在官网销售所获利润,  $(p_{AD} - c)[1 - n\theta(p_{AD})][1 - F(p_o)]/n$  表示每家航空公司通过平台销售, 或者理解为卖给平台所获利润.

令  $D_{AD}(p_{AD}, c) = \theta(p_{AD})[1 - F(p_{AD})]$ , 表示在一家航空公司销售的机票数;

$D_o(p_{AD}, c) = [1 - n\theta(p_{AD})][1 - F(p_o)]$ , 表示在 OTA 平台上卖出的总的机票数.

#### 2) 航空公司与 OTA 的价格需求弹性

当价格变化时, 航空公司与 OTA 平台销售量随之变化. 现比较航空公司与 OTA 平台的价格需求弹性, 即价格的变动对需求产生的影响.

航空公司的价格需求弹性

$$\begin{aligned} E_{p_{AD}} &= \frac{\Delta D_{AD}(p_{AD}, c)/D_{AD}(p_{AD}, c)}{\Delta p_{AD}/p_{AD}} \\ &= \left[ \frac{\theta'(p_{AD})}{\theta(p_{AD})} - \frac{F'(p_{AD})}{1 - F(p_{AD})} \right] p_{AD} \end{aligned}$$

OTA 平台的价格需求弹性

$$E_{p_o} = \frac{\Delta D_o(p_o, c)/D_o(p_o, c)}{\Delta p_o/p_o} = -\frac{F'(p_o)}{1 - F(p_o)} p_o$$

由于  $\theta'(p_{AD}) < 0$ , 因此  $E_{p_{AD}} < E_{p_o}$ , 则  $|E_{p_{AD}}| > |E_{p_o}|$ . 这表明航空公司的旅客需求对价格的变动更为敏感, 由此得到如下定理:

**定理 1** 在航空公司与 OTA 平台同等票价水

平下,航空公司的价格需求弹性大于 OTA 平台的价格需求弹性.

3) 航空公司与 OTA 的最优价格

用  $D_{AD}(p_{AD}, c)$ ,  $D_O(p_{AD}, c)$  表示航空公司的利润最优化问题为

$$\max \pi_{AD}(p_{AD}, c) = p_{AD}D_{AD}(p_{AD}, c) + (p_{AD} - c)D_O(p_{AD}, c)/n \quad (8)$$

式(8)分别对  $p_{AD}, c$  进行一阶求导,得到航空公司的最优定价及分销成本的表达式

$$p_{AD}^* = \frac{c^* \frac{\partial D_O^*(p_{AD}^*, c^*)}{\partial p_{AD}^*} - D_O^*(p_{AD}^*, c^*) - nD_{AD}^*(p_{AD}^*, c^*)}{n \frac{\partial D_{AD}^*(p_{AD}^*, c^*)}{\partial p_{AD}^*} + \frac{\partial D_O^*(p_{AD}^*, c^*)}{\partial p_{AD}^*}} \quad (9)$$

$$c^* = p_{AD}^* + \frac{1 - F(p_o^*)}{F'(p_o^*)} \frac{\partial c^*}{\partial p_o^*} \quad (10)$$

将式(6)中  $p_o^* = \frac{1 - F(p_o^*)}{F'(p_o^*)} + p_{AD}^* - c^*$  代入式(10)得

$$p_o^* = \frac{1 - F(p_o^*)}{F'(p_o^*)} (1 - \frac{\partial c^*}{\partial p_o^*}) \quad (11)$$

由于  $p_{AD}^*, c^*, p_o^*$  均含有未知量  $\frac{\partial p_o^*}{\partial p_{AD}^*}, \frac{\partial p_o^*}{\partial c^*}$ , 为了得到其取值,对式(6)进行隐函数求导,容易得到

$$\frac{\partial p_o^*}{\partial p_{AD}^*} = \frac{F'(p_o^*)}{2F'(p_o^*) - (p_{AD}^* - c^* - p_o^*)F''(p_o^*)} \quad (12)$$

$$\begin{cases} p_o^* = \frac{3}{4}\mu \\ p_{AD}^* = \frac{(p_{AD}^* - \frac{\mu}{2})[-\frac{n}{4}\theta'(p_{AD}^*) - \frac{1}{2\mu}(1 - n\theta(p_{AD}^*))] + n\theta(p_{AD}^*)(\frac{p_{AD}^*}{\mu} - \frac{3}{4}) - \frac{1}{4}}{n[\theta'(p_{AD}^*)(1 - \frac{p_{AD}^*}{\mu}) - \theta(p_{AD}^*)\frac{p_{AD}^*}{\mu}] + [-\frac{n}{4}\theta'(p_{AD}^*) - \frac{1}{2\mu}(1 - n\theta(p_{AD}^*))]} \\ p_{AD}^* - c^* = \frac{\mu}{2} \end{cases} \quad (15)$$

$p_{AD}^*, p_o^*, c^*$  三者的关系需满足:  $p_{AD}^* \geq p_o^*$ ,  $p_o^* \geq p_{AD}^* - c^*$ .

由式(15)容易看出  $p_o^* \geq p_{AD}^* - c^*$  是成立的.

若要满足  $p_{AD}^* \geq p_o^*$ ,则需要满足  $p_{AD}^* \geq \frac{3}{4}\mu$  或

$c^* \geq \frac{\mu}{4}$ . 各价格之间的关系见图 3.

这说明,对于 OTA 上销售的机票,航空公司与 OTA 从每张机票上的获利以及 OTA 上的最优定价均与旅客对每张机票的保留价格成正相关.

$$\begin{aligned} \frac{\partial p_o^*}{\partial c^*} &= \frac{F'(p_o^*)}{(p_{AD}^* - c^* - p_o^*)F''(p_o^*) - 2F'(p_o^*)} \\ &= -\frac{\partial p_o^*}{\partial p_{AD}^*} \end{aligned} \quad (13)$$

给出累积分布函数  $F(p)$  的具体形式,假设  $F(p)$  是  $p$  在  $[0, \mu]$  上的均匀分布,  $\mu$  代表所有旅客的保留价格,即旅客愿意支付的最高价格. 函数表示为  $F(p) = \frac{1}{\mu}p, p \in [0, \mu]$ , 则  $F'(p) = \frac{1}{\mu}, F''(p) = 0$ , 可以得到

$$\frac{\partial p_o^*}{\partial p_{AD}^*} = \frac{1}{2}, \frac{\partial p_o^*}{\partial c^*} = -\frac{1}{2} \quad (14)$$

**定理 2** 假定旅客对于价格的累积分布为均匀分布,当航空公司票价或者给出的优惠变动时, OTA 平台上的定价会随之调整,且变动幅度为航空公司价格变动幅度的 50%.

这说明 OTA 平台在定价时受航空公司定价影响的情况. 当航空公司提高直销售价时, OTA 将一同提价,但是要慢于航空公司,以便吸引更多乘客. 当航空公司提高在 OTA 平台上销售的分成时, OTA 平台公司也不会独占好处,而是会通过降价来和乘客分享“福利”.

由式(9) ~ 式(14)可以得到  $p_{AD}^*, p_o^*, c^*$  三者的关系式

这也是符合经济解释的.

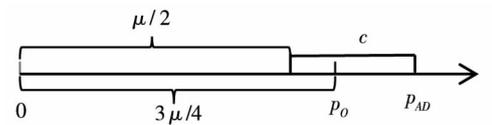


图 3 价格间大小关系示意图

Fig. 3 Logic schematic drawing for the relationship of prices

3.3 最优销售渠道的选择

1) 销售渠道选择的依据

航空公司面临着单渠道或是双渠道两种销售策略的选择. 若航空公司加入 OTA 平台可以获得

更大的利润,则会采取双渠道的销售策略. 假设航空公司选择加入 OTA 平台的临界价格为  $p_{AT}$ : 航空公司将价格定为  $p_{AT}$  时, 采用双渠道或单渠道销售所得到的利润相等, 即  $\pi_{AD} = \pi_{AS}^*$ , 也就是对于航空公司而言, 选择是否加入 OTA 平台对它本身来讲没有区别. 因此, 可以通过比较  $p_{AT}$  与  $p_{AS}^*$  的大小来判定哪种策略为航空公司的最优策略.

如果  $p_{AT} \leq p_{AS}^*$ , 即航空公司选择加入 OTA 平台的临界价格小于采用单渠道销售的最优价格, 那么航空公司可以通过加入 OTA 平台, 并将价格定为  $p_{AT}$  与  $p_{AS}^*$  之间, 就可以获得大于  $\pi_{AS}^*$  的利润, 因此这时候采用双渠道销售对航空公司来讲是较优的策略; 如果  $p_{AT} > p_{AS}^*$ , 那么最优策略的选择就会是不确定的, 这就取决于忠诚度函数以及分布函数的形式.

假设旅客忠诚度函数  $\theta(p)$  为线性的, 分布函数  $F(p)$  为均匀分布, 即

$$\theta(p) = \alpha - \beta p, 0 \leq \theta(p) \leq \frac{1}{n} \quad (16)$$

$$F(p) = \frac{1}{\mu} p, p \in [0, \mu] \quad (17)$$

在给定具体函数的形式之后, 根据式(3)就可以得到单渠道销售策略下的最优价格  $p_{AS}^*$

$$p_{AS}^* = \frac{(\alpha + \beta\mu) - \sqrt{\alpha^2 - \alpha\beta\mu + \beta^2\mu^2}}{3\beta} \quad (18)$$

临界价格  $p_{AT}$  是通过  $\pi_{AD} = \pi_{AS}^*$  的关系得到的, 可以通过以下关系式得出

$$\begin{aligned} & p_{AT}(\alpha - \beta p_{AT})(1 - p_{AT}/\mu) + (p_{AT} - c) \times \\ & (1 - n(\alpha - \beta p_{AT}))(1 - (\mu + p_{AT} - c)/2\mu) / n \\ & = \pi_{AS}^*(p_{AS}^*) = p_{AS}^*(\alpha - \beta p_{AS}^*)(1 - p_{AS}^*/\mu) \end{aligned} \quad (19)$$

$$\frac{dp_{AT}}{dn} = - \frac{(p_{AT} - c)(1 - \frac{p_{AT} - c + \mu}{2\mu})[1 - (n - 1)(\alpha - \beta p)] / n}{(\alpha - 2\beta p_{AT})(\frac{2p_{AT}}{\mu} - 1) + \frac{2c - 2p_{AT} + \mu}{2\mu}[\beta(c - p_{AT}) + (\alpha - \beta p_{AT}) - \frac{1}{n}] + [\frac{\beta}{\mu}(p_{AT}^2 - \frac{(p_{AT} - c)^2}{2}) - \frac{\beta\mu}{4}]} \quad (21)$$

由  $p_{AT} \leq p_{AS}^* = \mu/2$  可以推断出式(21)中分子每一项都大于0, 因此分子大于0; 分母中包含三项, 将  $p_{AT} \leq \mu/2$  条件代入进行判断, 第一项的前半部分大于0, 后半部分小于0, 因此第一项小于0; 第二项前半部分大于0, 后半部分由式(16)得  $(\alpha - \beta p_{AT}) - \frac{1}{n} \leq 0$ , 后半部分小于0, 因此第二项小于0; 第三项可化简为  $\frac{\beta}{2\mu}(p_{AT}^2 - \frac{\mu^2}{2} + 2p_{AT}c - c^2)$ , 由

### 2) 旅客忠诚度水平对渠道选择的影响

式(19)左边是由两部分构成, 可以看出若要使式(19)成立, 需满足  $p_{AT} \leq p_{AS}^*$ . 为了探究旅客忠诚度水平对渠道选择的影响, 以忠诚度与价格无关的假设为基准, 在该情况下航空公司会对在官网上购票的忠诚旅客收取  $p_{AS}^* = \mu/2$  的价格, 对于双渠道下临界价格  $p_{AT}$  随忠诚度  $\theta$  的变化通过式(19)用一阶导数表示为

$$\frac{dp_{AT}}{d\theta} = - \frac{(p_{AT} - c)(1 - \frac{p_{AT} - c + \mu}{2\mu}) + [\frac{\mu}{4} - p_{AT}(1 - \frac{p_{AT}}{\mu})]}{\theta \frac{2p_{AT} - \mu}{\mu} + (\theta - \frac{1}{n}) \frac{2c - 2p_{AT} + \mu}{2\mu}} \quad (20)$$

当  $p_{AT} \leq p_{AS}^* = \mu/2$  时, 可以判断式(20)中, 分子中第一项大于0, 第二项也大于0, 因此分子是大于0的数; 分母中第一项小于0, 第二项中前半部分小于0, 后半部分大于0, 因此第二项总体也小于0, 所以分母是个小于0的数, 因此得到  $\frac{dp_{AT}}{d\theta} > 0$ , 即随着旅客忠诚度的提升, 双渠道下的临界价格上升, 航空公司更不愿意采用双渠道销售.

**定理3** 旅客对航空公司越忠诚, 航空公司越不愿意加入 OTA 平台, 而倾向于选择只在官网直销.

### 3) 竞争者数量对渠道选择的影响

对于竞争者数量对渠道选择的影响, 同样以单渠道下忠诚度与价格无关的假设作为基准, 临界价格  $p_{AT}$  随竞争者数量  $n$  的变化通过式(19)用一阶导数表示为

$p_{AT} \leq \mu/2$  可以判断出其值小于0; 因此综上可以判断出  $\frac{dp_{AT}}{dn} > 0$ . 即随着 OTA 平台上竞争者数量的增加, 双渠道下的临界价格上升, 航空公司越不愿意加入平台. 同时, 由式(21)可以看出  $\frac{dp_{AT}}{dn}$  是关于  $n$  的增函数, 即  $\frac{d^2 p_{AT}}{dn^2} > 0$ , 即随着  $n$  的增加, 关于  $p_{AT}$  曲线的斜率增大. 因此, 必然会存在一个

临界值  $n$  值,使得  $p_{AT}$  不满足  $p_{AT} \leq p_{AS}^*$  的条件,从而不存在临界价格  $p_{AT}$  满足  $\pi_{AD} = \pi_{AS}^*$  的假设.此时,航空公司通过双渠道销售所获利润达不到单渠道下所能获得的最大利润,因此不会加入 OTA 平台.

**定理 4** OTA 平台上竞争者数量越多,每个航空公司所获得利润均越少.假如所有航空公司同质,则在 OTA 平台的竞争者数量存在一个临界值,在该临界值下没有新航空公司有动机加入或退出 OTA 平台,此时航空市场达到均衡状态.

### 4 算例分析

本节用算例来验证前面模型的分析.算例取值参照以往的相关文献和一般忠诚度参数,在该算例中对一些参数赋值如下:

旅客忠诚度函数的系数:  $\alpha = 0.3, \beta = 0.001$ .  $\alpha = 0.3$  的经济含义是当边际成本为 0 时,最高忠诚旅客的比例为 30%;  $\beta = 0.001$  的经济含义是机票价格每增加 1 元,航空公司就会损失掉 0.1% 的忠诚的旅客.

累积概率密度分布系数:  $\mu = 400$  元.经济含义是旅客愿为每张机票支付的最高价格为 400 元.

忠诚旅客比例的下界与上界:  $\underline{\theta} = 0.1, \bar{\theta} = 0.3$ .经济含义是一家航空公司忠诚旅客的比例介于 10% ~ 30% 之间.

OTA 平台上竞争者数量:  $n = 2$  个.

首先考虑旅客忠诚度  $\theta$  与价格无关的情况 ( $\theta'(p) = 0$ ).图 4 描述了在不同的忠诚旅客比例下最优价格  $p_{AS}^*$  以及临界价格  $p_{AT}$  的变化情况.在单渠道销售策略下,航空公司会对忠诚旅客收取  $\mu/2 = 200$  元的价格.从图中可以看出这时的最优价格  $p_{AS}^*$  是与旅客忠诚度  $\theta$  无关的.

若采用双渠道销售模式,当旅客忠诚度较低时,航空公司仅需要制定一个较低的价格就可以获得与单渠道相当的利润.随着  $\theta$  值的增大,通过官网销售所获的利润增大,航空公司选择加入 OTA 平台的动机就会减小.因此,拥有较大比例忠诚旅客的航空公司越不愿意加入 OTA 平台.

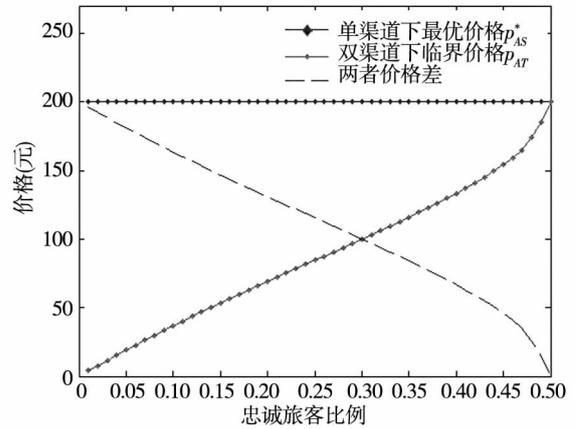


图 4 忠诚旅客比例对价格  $p_{AS}^*$  及  $p_{AT}$  的影响

Fig. 4 Influence of the percentage of loyal passengers on prices  $p_{AS}^*$  and  $p_{AT}$

图 5 描述了在不同的忠诚旅客敏感度水平下价格  $p_{AS}^*$  及  $p_{AT}$  的变化情况.横坐标  $\theta'(p) = \beta = 2(\bar{\theta} - \underline{\theta})/\mu$  代表敏感度的取值.随着忠诚旅客对价格敏感度的提高,航空公司制定的价格会降低.如果旅客对机票价格很不敏感,那么临界价格  $p_{AT}$  就会远低于单渠道下的最优价格  $p_{AS}^*$ ,则双渠道的模式更有可能被选择.随着敏感度水平的提高,通过 OTA 平台所获取的利润降低,双渠道的优势就会减弱.

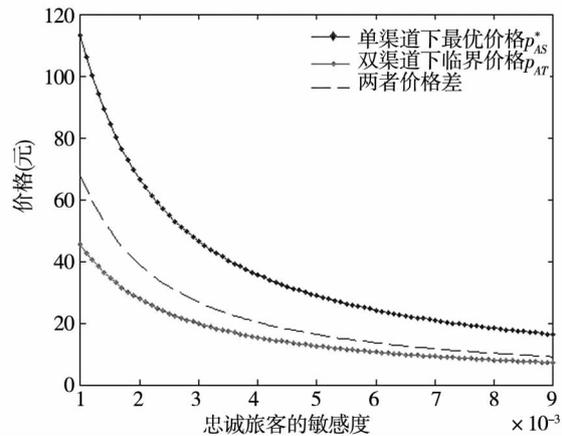


图 5 忠诚旅客的敏感度对价格  $p_{AS}^*$  及  $p_{AT}$  的影响

Fig. 5 Influence of the sensibility of loyal passengers on prices  $p_{AS}^*$  and  $p_{AT}$

图 6 描述了忠诚旅客比例的下界是怎样影响两种价格水平的.较低的下界表明旅客对价格的增加将会很敏感,因此航空公司必须收取一个较低的价格来吸引更多的顾客.随着下界  $\underline{\theta}$  的增加,航空公司可以提高票价而不会导致旅客的流失,当下界  $\underline{\theta}$  达到 0.3 与上界  $\bar{\theta}$  相等时,航空公司便

可以收取垄断价格  $p_{AS}^* = 200$  元. 由两者价格差可以看出, 拥有一个较大的下界  $\theta$ , 航空公司更愿意加入 OTA 平台.

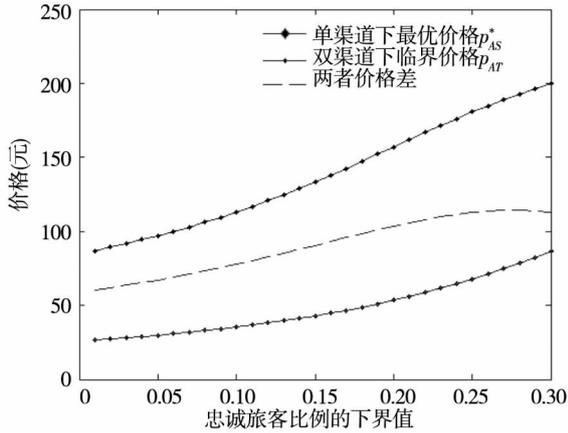


图6 忠诚旅客比例下界对价格  $p_{AS}^*$  及  $p_{AT}$  的影响

Fig. 6 Influence of the lower bound percentage of loyal passengers on prices  $p_{AS}^*$  and  $p_{AT}$

图7为忠诚旅客比例的上界  $\bar{\theta}$  对价格  $p_{AS}^*$  及  $p_{AT}$  的影响, 此时取下界  $\underline{\theta}$  为 0.1. 当上下界相等为 0.1 时, 在单渠道销售模式下航空公司可以收取垄断价格  $p_{AS}^* = 200$  元. 随着上界  $\bar{\theta}$  的增加, 忠诚旅客对价格的敏感程度也会增加, 因此航空公司不得不降低价格以吸引更多的旅客. 图中可以看出, 对于越高的上界  $\bar{\theta}$ , 航空公司越不愿意加入 OTA 平台.

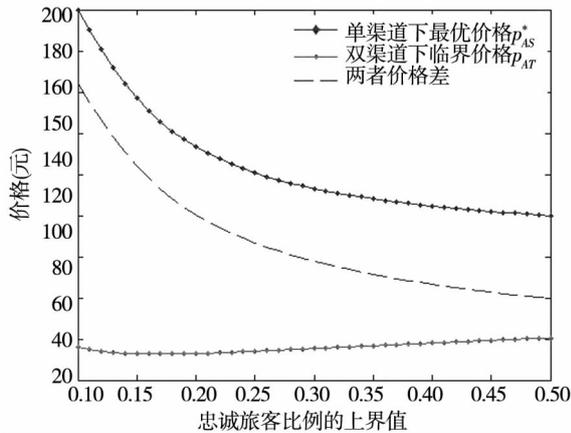


图7 忠诚旅客比例上界对价格  $p_{AS}^*$  及  $p_{AT}$  的影响

Fig. 7 Influence of the higher bound percentage of loyal passengers on prices  $p_{AS}^*$  and  $p_{AT}$

图8给出了平台上航空公司的数量  $n$  对价格  $p_{AS}^*$  及  $p_{AT}$  的影响. 在单渠道销售策略下, 最优价格是与航空公司数量  $n$  无关的, 在图中显示的是条

直线; 而在双渠道销售策略下, 当平台上航空公司数量小于等于 5 时, 仅需要一个较低的临界价格  $p_{AT}$  就可以达到与单渠道相当的利润, 随着航空公司数量的增多,  $p_{AT}$  越来越接近  $p_{AS}^*$ , 即航空公司相较于单渠道, 在双渠道下获得的额外利润越来越低; 而当航空公司数量大于等于 6 时, 不存在一个临界价格  $p_{AT}$  使得采取双渠道销售的利润能够达到单渠道下最大利润水平, 也就是模型证明中所提到的临界值的情况. 在本算例参数假设下, 当平台上有 5 家航空公司时, 航空市场达到均衡状态, 即不会再有航空公司有动机加入或者退出 OTA 平台.

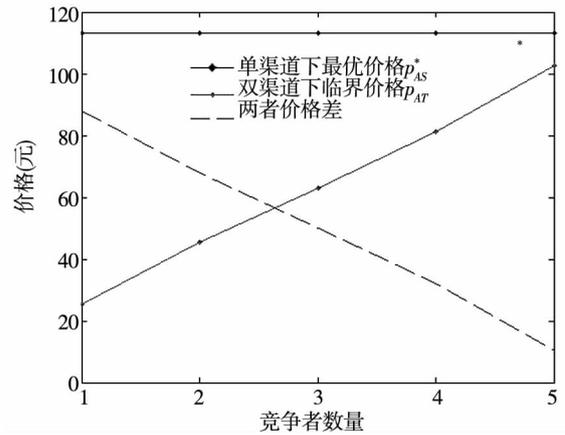


图8 平台上航空公司数量对价格  $p_{AS}^*$  及  $p_{AT}$  的影响

Fig. 8 Influence of the number of airlines on prices  $p_{AS}^*$  and  $p_{AT}$

### 5 结束语

本文通过在机票市场中航空公司与 OTA 平台的博弈过程, 分析了航空公司决策结果是怎样影响 OTA 决策的. 同时, 假设在单一平台的竞争环境下, 依据旅客是否通过公司直销的购买行为, 将其分为“忠诚”旅客和“不忠诚”旅客, 探究了旅客忠诚度是怎样影响航空公司渠道选择的. 结果表明, 忠诚旅客所占的比重越高, 旅客对机票价格越敏感, 在 OTA 平台上航空公司数量越多, 竞争越激烈的情况下, 航空公司越不愿意加入 OTA 平台, 这一结论解释了为什么部分航空公司仅靠直销就能取得很好的盈利效果. 研究还表明, 当平台上竞争者数量达到一个临界值时, 没有航空公司有动机加入或退出 OTA 平台, 航空市场达到均衡

状态.

本文的分析结论解释了在航空市场竞争中的一些现象,对航空公司及 OTA 平台的定价策略具

有一定的指导意义. 文章有很多值得扩展的方面,如考虑航空公司的异质性,多个平台存在情况下策略的选择等.

### 参 考 文 献:

- [1] Offutt B. Airlines Approach Halfway Mark Online, Powered by Website Bookings Growth[R]. Datapoint. Sherman: PhocusWright Inc, 2007.
- [2] McIvor R, O'Reilly D, Ponsonby S. The impact of internet technologies on the airline industry: Current strategies and future developments[J]. Strategic Change, 2003, 12(1): 31-47.
- [3] Bilotkach V, Pejcinovska M. Distribution of Airline Tickets: A Tale of Two Market Structures[DB/OL]. Ssrn Science Electronic Publishing, 2007, [https://papers.ssrn.com/sol3papers.cfm?abstract\\_id=1031747](https://papers.ssrn.com/sol3papers.cfm?abstract_id=1031747).
- [4] Venkateshwara R, Smith B. Decision support in online travel retailing[J]. Journal of Revenue and Pricing Management, 2006, 5(1): 72-80.
- [5] 田 林, 徐以汎. 基于顾客行为的企业动态渠道选择与定价策略[J]. 管理科学学报, 2015, 18(8): 39-51.  
Tian Lin, Xu Yifan. Dynamic channel selection and pricing based on customer behavior[J]. Journal of Management Sciences in China, 2015, 18(8): 39-51. (in Chinese)
- [6] 王 滔, 颜 波. 博弈视角下的在线渠道决策研究[J]. 管理科学学报, 2017, 20(6): 68-81.  
Wang Tao, Yan Bo. Decision-making of online channel from the viewpoint of game theory[J]. Journal of Management Sciences in China, 2017, 20(6): 68-81. (in Chinese)
- [7] 刘威志, 李 娟, 张 迪, 等. 公平感对供应链成员定价决策影响的研究[J]. 管理科学学报, 2017, 20(7): 115-126.  
Liu Weizhi, Li Juan, Zhang Di, et al. Fairness's effect on the pricing decisions in a supply chain[J]. Journal of Management Sciences in China, 2017, 20(7): 115-126. (in Chinese)
- [8] 张 凯, 李华琛, 刘维齐. 双边市场中用户满意度与平台战略的选择[J]. 管理科学学报, 2017, 20(6): 42-63.  
Zhang Kai, Li Huachen, Liu Weiqi. Competition in two-sided platforms considering agent's satisfaction [J]. Journal of Management Sciences in China, 2017, 20(6): 42-63. (in Chinese)
- [9] 余 牛, 李建斌, 刘志学. 电子商务产品定价与返利策略优化及协调研究[J]. 管理科学学报, 2016, 19(11): 18-32.  
Yu Niu, Li Jianbin, Liu Zhixue. Optimization of pricing and rebate strategies and coordination for e-commerce product[J]. Journal of Management Sciences in China, 2016, 19(11): 18-32. (in Chinese)
- [10] Alamdari F, Mason K. The future of airline distribution[J]. Journal of Air Transport Management, 2006, 12(3): 122-134.
- [11] Koo B, Mantin B, O'Connor P. Online distribution of airline tickets: Should airlines adopt a single or a multi-channel approach[J]. Tourism Management, 2011, 32: 69-74.
- [12] Burdett K, Judd K L. Equilibrium price dispersion[J]. Econometrica, 1983, 51: 955-969.
- [13] Janssen M C, Moraga-Gonzalez J L. Strategic pricing, consumer search and the number of firms[J]. Review of Economic Studies, 2004, 71: 1089-1118.
- [14] Varian H. A theory of sales[J]. American Economic Review, 1980, 70: 651-659.
- [15] Diamond P A. A model of price adjustment[J]. Journal of Economic Theory, 1971, 3: 156-168.
- [16] Stahl D O. Oligopolistic price with sequential consumer search[J]. American Economic Review, 1989, 79: 700-712.
- [17] Dolnicar S, Grabler K, Grün B, et al. Key drivers of airline loyalty[J]. Tourism Management, 2011, 32: 1020-1026.

(下转第 55 页)