

集装箱海运收益管理舱位的定价模型

李冰州¹, 陈旭², 武振业³

(1.厦门大学 管理学院, 厦门 361005; 2.电子科技大学 管理学院, 成都 610054;

3.西南交通大学 经济管理学院, 成都 610031)

摘要: 通过引入集装箱货流不平衡因子, 系统地考察重箱和空箱运输, 基于收益管理建立了考虑空箱调运的集装箱舱位最优定价模型, 讨论了模型性质, 并对模型进行数值分析, 得出一系列有益的性质和管理策略。

关键词: 集装箱货流不平衡; 顾客认知价值; 定价; 收益管理

中图分类号: F204 **文献标识码:** A **文章编号:** 1002-6487(2007)08-0194-03

由于全球贸易不平衡, 载货集装箱的流动往往是不平衡的, 比如在远东到北美的航线上, 远东的出口远远大于进口, 而北美的进口远远大于出口, 因此远东是缺乏空集装箱区域, 而北美是富余集装箱区域。为了满足缺箱港口的空箱需求, 往往需要进行空箱调运, 而空箱调运成本在总运作成本中占有很大比例, 会对定价产生一定的影响。因此本文通过引入集装箱货流不平衡因子, 系统考察重箱和空箱运输, 基于收益管理建立考虑空箱调运的集装箱舱位最优定价模型, 并对模型进行分析。

1 问题描述

设某集装箱班轮公司共有 n 类货物需要运输, 起点港为港口 i , 终点港为港口 j 。由于不同货物面临的运作环境具有类似性, 本文选取其中的一类进行研究。首先定义货物 A 的港口间集装箱货流不平衡因子为

$$= \begin{cases} (f_{ij} - f_{ji})/f_{ij}, & \text{如果 } f_{ij} > f_{ji} \\ 0, & \text{如果 } f_{ij} \leq f_{ji} \end{cases}$$

其中 f_{ij} 表示某段时期由起点港 i 到终点港 j 货物 A 的平均集装箱货物流量, f_{ji} 则与之相反。 $f_{ij} > f_{ji}$, 表明港口 i 是缺乏空集装箱的地区(以下简称缺箱港), 港口 j 是富余集装箱的地区(以下简称富箱港); $f_{ij} < f_{ji}$, 表明港口 i 是富余空集装箱的地区, 港口 j 是缺乏集装箱的地区; $f_{ij} = f_{ji}$, 表明两个港口间集装箱货流平衡。

设重箱的单位运输成本为 c_1 , 空箱的单位运输成本为 c_0 。承运每个重箱时需考虑相应的空箱回流成本, 因此承运重箱的单位变动成本为 $c_1 + c_0$ 。

设集装箱班轮公司期初分配给货物 A 的舱位数为 Q , 不同时间点顾客的到达率为 $\lambda(t)$, 假设市场中潜在顾客的购买率服从泊松分布, 潜在顾客定义为认知价值高于单位变动成本 $c_1 + c_0$ 的顾客群体。每位有货物运输需要的顾客, 心中都

有一个关于订购舱位的认知价值(往往根据自己的经验、不同运输方式的比较、运输所需的时间、运输距离和其他信息等得到), 只有集装箱舱位出售价格不大于顾客认知价值的情况下顾客才会订购舱位。对于集装箱班轮公司来说, 舱位出售的定价会影响顾客订舱的比例。假定单航段的集装箱舱位出售价格为 p , 根据 Lazear(1986)的研究, 顾客认知价值的概率密度函数和累积分布函数可分别表示为 $f_i(p)$ 和 $F_i(p)$, 那么在舱位出售价格为 p 的情况下, $F_i(p)$ 表示不同时间点顾客的认知价值(愿意购买的价钱)小于舱位出售价格的概率, 这时顾客将不会订舱。当顾客的认知价值大于舱位出售价格时, 顾客才会订舱, 即顾客会订购舱位的比例为 $1 - F_i(p)$ 。设运输 A 类货物的随机需求为 j 个舱位, 单一订舱期间该类货物运输的期望利润为 $V(Q, p)$ 。那么, 为获得最大的期望收益, 集装箱班轮公司不同周期期初在起点港 i 应为 A 类货物的运输采取何种定价策略?

2 模型构建

为求得集装箱班轮公司在订舱期间的收益最大化, 首先需要得到受认知价值影响的需求函数。 A 类货物不同时刻的订舱顾客到达率由顾客到达率 $\lambda(t)$ 、到达顾客订舱的概率 $1 - F_i(p)$ 共同决定。所以 A 类货物不同时刻订舱顾客到达率 $\lambda(t, p)$ 可以表达为

$$\lambda(t, p) = \lambda(t)[1 - F_i(p)] \quad (1)$$

因假设市场中潜在顾客的购买率服从泊松分布, 所以运输 A 类货物的随机需求 $D(p)$ 的概率密度函数为

$$\Pr\{D(p)=j\} = \frac{\lambda(t, p)^j e^{-\lambda(t, p)}}{j!} \quad (2)$$

在确定受认知价值影响的需求函数基础上, 可以得到单一订舱期间承运 A 类货物的最大期望收益为

$$\max_{p>0} V(Q, p) = \max_{p>0}$$

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(70272022/70302014)

$$\left\{ \sum_{j=0}^Q (p - c_1 - c_e)j \cdot \Pr\{D(p)=j\} + (p - c_1 - c_e)Q \cdot \left(1 - \sum_{j=0}^Q \Pr\{D(p)=j\}\right) \right\} \quad (3)$$

式(4)右边大括号里的第1部分表示随机需求不大于期初分配的舱位数时的收益;第2部分表示随机需求大于期初分配的舱位数时的收益。

$$V(0, P) = 0 \quad (4)$$

表示当运输类货物的舱位数都已出售完毕或为零时,将不再具有获利的能力。对于具体的认知价值分布形式和参数取值,由式(3)和(4)不难得到运输A类货物的最佳定价,同时求出运输A类货物的最大期望收益。

下面分析集装箱货流不平衡因子的性质。

$$g(p) = \max_{p>0}$$

$$\left\{ \sum_{j=0}^Q (p - c_1 - c_e)j \cdot \Pr\{D(p)=j\} + (p - c_1 - c_e)Q \cdot \left(1 - \sum_{j=0}^Q \Pr\{D(p)=j\}\right) \right\}$$

定理1 $g(p)$ 对非递增(non-increasing)。

证明 显然,对于任意 $p>0$, $(p - c_1 - c_e)j \cdot \Pr\{D(p)=j\}$ 对非递增, $(p - c_1 - c_e)Q \cdot \left(1 - \sum_{j=0}^Q \Pr\{D(p)=j\}\right)$ 对非递增。由于两个非

递增函数之和仍是非递增函数,所以 $\sum_{j=0}^Q (p - c_1 - c_e)j \cdot \Pr\{D(p)=j\} + (p - c_1 - c_e)Q \cdot \left(1 - \sum_{j=0}^Q \Pr\{D(p)=j\}\right)$ 对非递增,对于所有的 $p>0$ 。因此 $g(p)$ 对非递增。证毕。

定理1表明,随着集装箱货流不平衡的加剧,最大期望收益将会减少。

3 数值分析

不同顾客的认识价值是不同的,现假定顾客认识价值的分布服从形状参数为 m 、尺度参数为 v 的威布尔分布,该分布能够通过参数设定充分表现出顾客异质性造成的认识价值的变化。那么

$$f(t, p) = (t) [1 - Ft(p)] = (t) [1 - (1 - e^{-(vp)^m})] = (t) \cdot e^{-(vp)^m} \quad (5)$$

采用数学软件 Matlab 7.0 进行数值求解和参数比较分析。

3.1 参数设定与数值求解

(1) 如果 $f_{ij} > f_{ji}$, 假定 $m=6, v=0.0055, Q=20TEU, \alpha=25, c_1=30, c_e=24, \beta=0.5$ 。将上述数据代入式(1)-(5), 求得最优定价为 151.39, 最大期望收益为 1864.7。

(2) 如果 $f_{ij} < f_{ji}$, 则 $\beta=0$ 。假定 $m=6, v=0.0055, Q=20TEU, \alpha=15, c_1=30, c_e=24$, 将上述数据代入式(1)-(5), 求得最优定价为 140.86, 最大期望收益为 1336.76。

3.2 敏感性分析

3.2.1 集装箱货流不平衡因子变动对定价和收益的影响

在 $m=6, v=0.0055, Q=200TEU, \alpha=25, c_1=30$ 和 $c_e=24$ 不变的前提下,对 β 作如下 6 组设定: A: $\beta=0.9$; B: $\beta=0.7$; C: $\beta=0.5$; D: $\beta=0.3$; E: $\beta=0.1$; F: $\beta=0$, 分别计算运输 A 类货物的

最优定价和最大期望收益,如图 1、2 所示。

由图 1 和图 2

可知,集装箱货流不平衡因子对最优定价和最大期望收益的影响如下:

(1) 集装箱货流越趋于平衡,集装箱舱位的最优定价越低;反之,集装箱舱位的最优定价越高。

(2) 集装箱班轮公司在进行定价决策时,必须充分考虑集装箱货流不平衡性,把空箱调运成本纳入定价决策里,以便作出更为准确的定价。

(3) 集装箱货流越趋于平衡,集装箱班轮公司的最大期望收益越高;反之,集装箱班轮公司的最大期望收益越低。这与定理 1 是一致的。

(4) 集装箱货流不平衡对最大期望收益有负面影响,集装箱班轮公司应采取措施尽力消除这种不平衡,例如,在返航时提供优惠运价。

3.2.2 顾客认知价值差异对定价和收益的影响

在 $\alpha=25, c_1=30, c_e=24$ 和 $\beta=0.5$ 不变的前提下,对 m 和 v 分别进行如下 5 组设定: A: $m=6, v=0.0055$; B: $m=5, v=0.0053$; C: $m=4, v=0.0051$; D: $m=3, v=0.0049$; E: $m=2, v=0.0047$, 分别计算运输类货物的最优定价和最大期望收益,如图 3、4 所示。

由图 3 和图 4 可以看出,顾客的认识价值差异对集装箱班轮公司的最优定价和最大期望收益有如下的影响:

(1) 顾客认知价值的差异越大,集装箱班轮公司的最优定价越高;反之,集装箱班轮公司的最优定价越低。

(2) 对于集装箱班轮公司而言,由于最初不清楚订购舱位顾客的认识价值(即期望以什么价格订购舱位),所以开始应设定较高的价格,然后再根据实际情况调整集装箱舱位出售的价格。

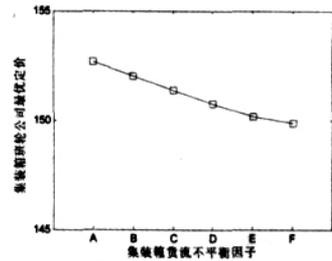


图1 集装箱货流不平衡因子对最优定价的影响

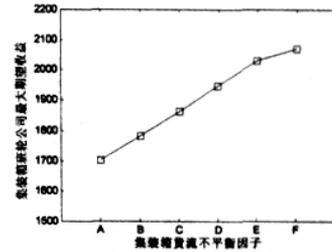


图2 集装箱货流不平衡因子对最大期望收益的影响

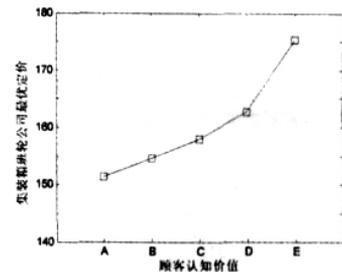


图3 顾客认知价值差异对集装箱班轮公司最优定价的影响

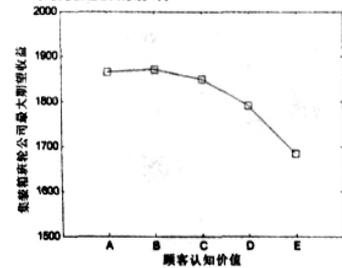


图4 顾客认知价值差异对集装箱班轮公司最大期望收益的影响

(3)对集装箱班轮公司来说,存在一个最佳的顾客认知价值分布,使得此时的最大期望收益最大。显然,顾客认知价值的差异过大,对集装箱班轮公司而言意味着面临更大的风险。

(4)对于集装箱班轮公司来说,如果能够收集顾客订舱行为的历史资料,进行顾客认知价值分布的预测,依此设定合适的价格,将能够获得更高的利润。

3.2.3 顾客到达率变动对定价和收益的影响

在 $m=6, v=0.0055, Q=4, c_f=30, c_e=24$ 和 $\alpha=0.5$ 不变的前提下,对顾客到达率分别进行如下 5 组设定: A: $\alpha=15$; B: $\alpha=20$; C: $\alpha=25$; D: $\alpha=30$; E: $\alpha=35$; 分别计算 A 类货物的最优定价和集装箱班轮公司总体的最大期望收益,如图 5、6 所示。

由图 5 可知,顾客到达率对 A 类货物的最优定价和最大期望收益产生如下的影响:

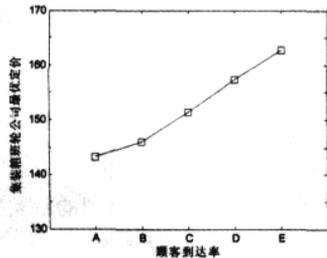


图 5 A 类货物运输的顾客到达率与最优定价

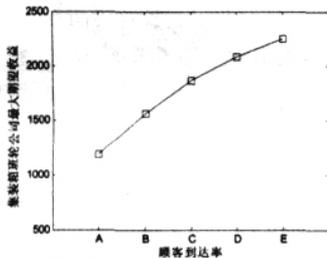


图 6 A 类货物运输的顾客到达率与集装箱班轮公司最大期望收益

若顾客的到达率低,集装箱班轮公司则降低出售价格,以吸引顾客增加订舱的概率。

(3)顾客到达率增加,舱位出售价格上涨,集装箱班轮公司的最大期望收益增加。

(4)集装箱班轮公司可通过提高顾客到达率进而提高舱位出售价格以进一步获利。

4 结 论

本文基于收益管理的思想,通过对考虑空箱调运的集装箱舱位定价问题的研究,得到了如下有意义的结论:

(1)集装箱货流越趋于平衡,集装箱舱位的最优定价越低,集装箱班轮公司的最大期望收益越高;反之,集装箱舱位的最优定价越高,集装箱班轮公司的最大期望收益越低。

(2)顾客认知价值的差异越大,集装箱舱位的最优定价越高;顾客认知价值的差异越小,集装箱舱位的最优定价越低。

(3)对于集装箱班轮公司而言,在最初不清楚订舱顾客的认知价值的情况下,应设定较高的价格,然后再根据实际情况调整舱位出售的价格。存在一个最佳的顾客认知价值分布,使得此时的最大期望收益最大。集装箱班轮公司如果能够收集顾客订舱行为的历史资料,进行顾客认知价值的预测,并依此设定合适的价格,将能够获得更高的利润。

(4)A 类货物运输的顾客到达率越高,则其出售价格越高,可限制实际订舱的顾客数量;反之,A 类货物的舱位出售价格越低,可以吸引顾客增加订舱的概率。

(5)顾客到达率增加,舱位出售价格上涨,集装箱班轮公司的最大期望收益增加。

由于班轮航线网络化以及电子商务的发展,如何在网络化航线结构下进行动态定价是未来进一步研究的方向。

参考文献:

[1]Anthony I,Una M,Ian Y. Yield Management: Strategies for the Service Industries[M]. London:YHT Ltd,2000.1- 27.
 [2]陈旭.酒店收益管理的研究进展与前景[J].管理科学学报,2003,6(6):72- 78.
 [3]陈旭.基于收益管理的汽车出租定价与车辆配置[J].系统工程理论方法应用.2005,14(6): 264- 267.
 [4]Ha D.Capacity Management in the Container Shipping Industry. The Application of Yield Management Techniques [D].P.H.D thesis, University of Tennessee, 1994.
 [5]Maragos S A.Yield Management for the Maritime Industry(shipping, itineraries) [D].P.H.D.thesis,Massachusetts Institute of Technology, 1994.
 [6]陈春益,李启安.货柜航商收益管理之研究-以舱位分配为例[R].台湾:国立成功大学交通管理科学研究所,2002.1- 18.

(责任编辑/易永生)