

# 国内民航客运需求价格点弹性与弧弹性研究

## Research on Point and Arc Elasticity of Domestic Civil Aviation Passenger Demand Price

张伟/中国商飞上海飞机设计研究院

**摘要:** 采用微观经济学的点弹性和弧弹性理论, 对国内民航客运需求价格弹性进行初步对比研究。结合民航客运的自身特点, 提出适用于民航客运需求价格弹性的点弹性和弧弹性分析方法, 并采用此方法对国内民航客运市场进行分析, 得出国内民航整体市场是富于弹性的和旺盛需求的结论, 最后给出点弹性与弧弹性对比。

**Abstract:** This article uses the theory of microeconomics about point and arc elasticity to do domestic civil aviation passenger demand price elasticities contrastive research. Combine with the characteristics of civil aviation passenger, building demand price point and arc elasticity analysis method which can be fit in civil aviation passenger, then analyze domestic civil aviation passenger market through such methods, acquiring the conclusion of domestic civil aviation is going to be "elastic" and large market to be rigid demand, at last, give the comparison between point and arc elasticity.

**关键词:** 需求价格弹性; 民航客运; 点弹性; 弧弹性

**Keywords:** demand price elasticity; civil aviation passenger; point elasticity; arc elasticity

## 0 引言

民航运输需求的预测是产业发展的基础, 合理的预测有益于航空公司更好地规划发展, 有益于制造商更好地研制产品。在预测过程中, 各需求影响因素的弹性就显得尤为重要, 特别是民航运输常年处于较低盈利水平, 需求价格弹性是航空公司关心的焦点。

## 1 需求价格弹性定义

### 1.1 需求价格弹性

需求的价格弹性( $E_p$ )<sup>[1]</sup>度量了需求量相对于价格变化的敏感性。它是指当某种商品的价格上升1%时, 该商品的需求量将会发生多大的百分比变化。

$$E_p = \frac{\% \Delta Q}{\% \Delta P} = \frac{\Delta Q / Q}{\Delta P / P} = \frac{P}{Q} \cdot \frac{\Delta Q}{\Delta P} = \frac{P}{Q} \cdot \frac{dQ}{dP} \quad (1)$$

式中,  $Q$  为数量,  $P$  为价格。

在通常情况下,  $E_p$  是一个负数。当

$E_p$  绝对值大于1, 就是指需求是富于弹性的, 因为此时需求量的下跌百分比要大于价格的上涨百分比。如果绝对值小于1, 就是指需求是无弹性的。

### 1.2 点弹性和弧弹性

需求曲线上某个特定点的弹性称为点弹性, 如式(1)所示。但需求的点弹性在需求曲线上的不同点处, 其值也是不同的。有时还需要在需求曲线的某个区间上而不是在一个点上计算价格弹性。这时需要用到需求的弧弹性, 即在某个价值区间的弹性值。

$$E_p = \frac{\Delta P}{\Delta Q} \cdot \frac{\bar{P}}{\bar{Q}} = \frac{(Q_1 - Q_2) / (Q_1 + Q_2)}{(P_1 - P_2) / (P_1 + P_2)} \quad (2)$$

式中,  $\bar{P}$  为区间价格平均值,  $\bar{Q}$  为区间数量平均值。

## 2 民航客运需求价格弹性作用

### 2.1 概述

需求价格弹性的研究对航空公司、

制造商和政府部门都有实际意义。

对航空公司而言, 油价高企是无法回避的现实, 使得航空公司经营成本居高不下, 一些国际知名的航空公司也因此而倒闭或重组, 因此航空公司的管理者格外关注价格。当航空公司比竞争对手更了解航线乃至整个市场的需求价格弹性后, 可以成为该市场或航线的价格引领者。即使是航空公司独飞的特殊航线, 需求价格弹性的及时跟踪也有助于更好的开拓市场。

对制造商而言, 了解不同市场的需求价格弹性, 将更有助于不同系列产品的营销策略的制定。

对政府部门而言, 所具有的资源配置手段之一就是价格, 因此当政府制定与航空业相关的环境政策时, 需要有关航空旅客的价格敏感性的信息, 以便能够估计价格政策的效果。

另外, 对各需求影响因素弹性和

变化趋势的研究,也是航空市场预测的基础,有助于更准确地预测航空运输市场,为航空业发展提供判断的依据。

## 2.2 航线影响

价格的调整会带来相应的需求调整。航空公司在进行航线调整时,除了考虑航线自身经营情况之外,还会综合考虑市场状况,主要包括需求价格弹性。

从现金流和利润的角度来看,航空公司要求票价的变化能带来收入或利润的增加,更简单的来看即要求票价收入增加,如式(3)所示。

$$(P + \Delta P)(Q + \Delta Q) = P(1 + \frac{\Delta P}{P})Q(1 + \frac{\Delta Q}{Q}) > PQ \quad (3)$$

旅客人数对直接运营成本(DOC)的影响不大,换言之航空运输的边际成本极低,一般为票价的2.5折左右。因此,正常的票价水平调整带来的旅客人数变动,对成本影响甚微。利润的变化主要来自票价收入的影响。

一般来说,需求价格弹性分以下几种影响:

1) 票价水平提高,客流量增加。说明该市场存在刚性且增长的航空运输需求,所以应该强化对此类航线的开发力度。

2) 票价水平提高,客流量减少,弹性系数绝对值大于1。引用式(3)可知,票价收入会降低,成本略有下降,利润有可能变动,即此类航线旅客对价格较为敏感,应谨慎开发。

3) 票价水平提高,客流量减少,但弹性系数绝对值小于1。引用式(3)可知,票价收入有增加可能,成本略有下降,利润增加,说明此类航线通过价格调控可以获取更多的旅客资源,从航线经营角度,至少保持关注,同时着力提高市场开发力度和营销能力。

4) 票价水平降低,客流量增加,弹

性系数绝对值大于1。引用式(3)可知,票价收入有增加可能,成本略有增加,利润仍会增加,即此类航线应保持开发力度。

5) 票价水平降低,客流量增加,弹性系数绝对值小于1。引用式(3)可知,票价收入会降低,成本略有增加,利润会下降,即则该航线盈利水平有限,不应再继续开发。

6) 折扣率下降,客流量也下降。票价下降同时伴随着流量下降,市场需求基本不存在,不予考虑。

引入波士顿矩阵方法<sup>[2]</sup>对上述6种情况进行分析,如图1所示,可以更清晰地理解需求价格弹性的影响。正常的波士顿矩阵仅将产品分为四类,当引入需求价格弹性后,可以细分问题类和现金牛,为航空公司航线评估提供更好的依据。

## 3 民航客运需求价格弹性分析方法

### 3.1 点弹性分析方法

根据点弹性的定义,如式(1)所示。点弹性分析是一种白盒测试,因此进行点弹性分析的前提是构建需求函数。将其应用于民航客运市场,具体流程如图2所示。

首先,根据所分析区域民航客运自身发展环境的影响,收集历年相关原始数据;其次通过统计检验的方法寻找最为重要的需求驱动因素,如可采用Pearson相关系数等方法;再次将数学模

型所需当年数据提取出来,并采用多元线性回归模型拟合。

常用运输需函数模型如下:

a) 线性需求函数模型:  $D = a_0 + a_1 X_1 + a_2 X_2 + a_3 X_3$ , 其中  $X_1$  的需求弹性为  $\frac{a_1 X_1}{D}$ ,  $X_2$  的需求弹性为  $\frac{a_2 X_2}{D}$ ,  $X_3$  的需求弹性为  $\frac{a_3 X_3}{D}$ ;

b) 幂函数模型:  $D = a_0 X_1^{a_1} X_2^{a_2} X_3^{a_3}$ , 其中  $X_1$  的需求弹性为  $a_1$ ,  $X_2$  的需求弹性为  $a_2$ ,  $X_3$  的需求弹性为  $a_3$ ;

c) 指数函数模型:  $D = e^{a_0 + a_1 X_1 + a_2 X_2 + a_3 X_3}$ , 其中  $X_1$  的需求弹性为  $a_1 X_1$ ,  $X_2$  的需求弹性为  $a_2 X_2$ ,  $X_3$  的需求弹性为  $a_3 X_3$ 。

最后,采用统计检验分析对所建立模型进行验证。若验证通过,则可按式(1)对函数进行点弹性提取。

使用  $R^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2}{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2}$  检验回归方程对样本观测值的拟合程度。其中,  $\hat{Y}_i$  为实际值,  $Y_i$  为预测值,  $\bar{Y}$  为平均值。当

$$R^2 > 1 - \frac{n-1}{n-k-1+kF}$$

使用

$$F = \frac{(n-k-1) \sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2}{k \sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2} \sim F(k, n-k-1)$$

检验,进行方程显著性检验,检验多元回归模型是否总体线性成立。其中,  $n$  为统计量,  $k$  为变量数。当  $F \geq F_{\alpha}(k, n-k-1)$  时方程显著。

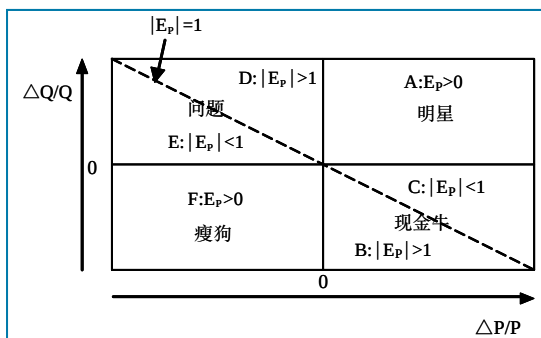


图1 需求价格弹性波士顿矩阵

$$\text{使用 } T_j = \frac{\hat{\beta}_j}{\sqrt{C_{jj}} \hat{\delta}^*} \sim t(n-k-1)$$

检验,进行变量显著性检验,检验每个影响因素对运输需求影响的重要性。其中  $C_{ij}$  是  $C = (X^T X)^{-1}$  的主对角线上的第  $j+1$  个元素,

$$\hat{\delta}^* = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2}{n-k-1}}$$

当 $|T_j| \geq t_{\frac{\alpha}{2}}(n-k-1)$ 时变量显著<sup>[3,4]</sup>。

### 3.2 弧弹性分析方法

根据弧弹性的定义,如式(2)所示。弧弹性分析其实是一种黑盒测试,进行弧弹性分析首先需要对需求和价格数据进行逐年跟踪;其次按式(2)提取弧弹性。将其应用于民航客运市场,具体流程如图3所示。

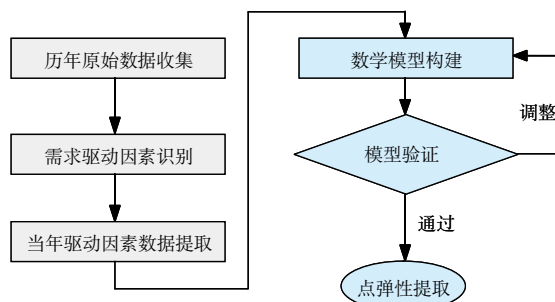


图2 点弹性分析方法流程图

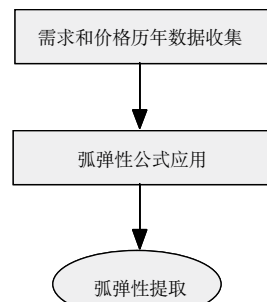


图3 弧弹性分析方法流程图

## 4 国内民航客运需求价格点弹性分析

### 4.1 需求驱动因素识别

根据对国内民航客运1985~2010年的发展实践对驱动因素进行深入分析。检验1985~2010年中国民航运输总周转量、民航客运量及客运周转量、民航货运量及货运周转量等反映民用航空运输发展情况的指标,与GDP(①)、第二产业值占GDP的比重(②)、第三产业值占GDP的比重(③)、城镇化率(④)、城市居民人均可支配收入(⑤)、农村居民人均纯收入(⑥)、中国进出口货物总额(⑦)以及对外经济合作金额(⑧)等指标的相关性关系。

不同指标的Pearson相关系数,如表1所示。由表中数据显示,中国航空运输总周转量、客运量及客运周转量、货运量及货运周转量等指标与相关驱动因素均存在相关关系,并且一致通过了1%水平的显著性检验。

通过对Pearson相关系数的分析得知,影响国内民航客运发展的关键驱动因素按重要程度从高到低排序依次是:GDP、居民收入水平、城镇化率、进出口货物总额、对外经济合作金额、第三产业比重、第二产业比重。而GDP现在及未来仍是影响我国航空运输业发展最为关键的因素。

### 4.2 需求数学模型构建

根据需求驱动因素识别的分析结果,结合经典需求理论,影响需求的主

表1 中国民航运输发展规模与相关驱动因素Pearson相关系数

| 运输量   | ①     | ②     | ③     | ④     | ⑤     | ⑥     | ⑦     | ⑧     |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 总周转量  | 0.996 | 0.583 | 0.854 | 0.947 | 0.987 | 0.981 | 0.981 | 0.938 |
| 客运量   | 0.996 | 0.614 | 0.856 | 0.947 | 0.991 | 0.984 | 0.977 | 0.942 |
| 客运周转量 | 0.996 | 0.603 | 0.853 | 0.946 | 0.989 | 0.983 | 0.980 | 0.944 |
| 货运量   | 0.991 | 0.630 | 0.889 | 0.970 | 0.993 | 0.986 | 0.976 | 0.914 |
| 货运周转量 | 0.993 | 0.586 | 0.858 | 0.948 | 0.985 | 0.982 | 0.974 | 0.921 |

要因素包括消费者的收入水平、价格和替代品的价格等。

#### 1) 收入水平

航空运输需求与收入密切相关,采用人均可支配收入来衡量。

#### 2) 价格

价格是影响购买数量的一个重要因素,采用实际票价作为价格变量。

#### 3) 替代产品

国内民航的主要替代产品是铁路,采用铁路运输时间作为替代产品的变量。

#### 4) 其他

会导致需求价格弹性不一致的其他因素还包括长期运营的航线与短期运营的航线、旅客旅行目的(商务和休闲)、航线长度、季节性变化等。

### 4.3 主要分析结果

旅客运输量和票价主要通过民航局订座系统获取,城镇居民人均可支配收入或GDP通过统计局获取,铁路运输时间则可通过铁路部门公布数据获取。在采集国内民

航客运2006年的相关数据后,采用3.1节中所阐述的方法,根据数据拟合各检验参数,最终选择幂函数模型进行需求拟合。获得国内民航客运需求价格点弹性主要分析结果如表2所示<sup>[5]</sup>。通过该结果可以看出,国内民航客运市场的需求价格弹性 $E_p$ 绝对值大于1,是富于弹性的。同时季节性、航线长度和有无铁路对需求价格弹性的影响是存在且显著的。

## 5 国内民航客运需求价格弧弹性分析

民航客运市场规模上可分为5个市场,如表3所示。

表2 国内民航客运需求价格点弹性分析结果

| 需求价格弹性 | $E_p$ 值 | 需求价格弹性       | $E_p$ 值 |
|--------|---------|--------------|---------|
| 整体市场   | -1.066  | 公务市场         | -1.370  |
| 旺季市场   | -0.975  | 1000公里以下,有铁路 | -1.810  |
| 淡季市场   | -1.185  | 1000公里以上,有铁路 | -1.670  |
| 休闲市场   | -1.599  | 1000公里以上,无铁路 | -1.493  |

表3 民航客运市场分类

| 市场   | 单向单线日运输旅客人数 | 适合机型    |
|------|-------------|---------|
| 快线   | >1000       | 宽体机、窄体机 |
| 大运量  | 400~1000    | 窄体机     |
| 中等运量 | 200~400     | 窄体机、支线机 |
| 瘦薄   | 50~200      | 窄体机、支线机 |
| 缝隙   | <50         | 螺旋桨支线机  |

表4 2005~2009年国内各细分市场平均票价折扣和需求价格弹性

| 平均票价折扣<br>(需求价格弹性) | 2005年   | 2006年        | 2007年        | 2008年        | 2009年        |
|--------------------|---------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 快线                 | 59.5(/) | 55.3(1.221)  | 58.8(-0.926) | 55.3(-0.120) | 57.8(0.824)  |
| 大运量                | 60.9(/) | 60.6(0.879)  | 57.5(0.048)  | 53.2(0.074)  | 56.0(0.168)  |
| 中等运量               | 61.2(/) | 63.2(0.580)  | 58.9(-0.296) | 55.3(0.174)  | 56.2(-0.681) |
| 瘦薄                 | 67.4(/) | 65.6(-2.386) | 65.0(2.500)  | 62.6(-0.122) | 63.3(-0.488) |
| 缝隙                 | 71.0(/) | 70.0(-1.484) | 67.6(0.266)  | 65.7(0.932)  | 65.6(-4.294) |
| 总平均                | 68.0(/) | 66.7(-4.857) | 64.6(-1.454) | 62.5(3.360)  | 62.7(3.333)  |

航空公司实际运营中,点弹性分析方法较为复杂,而弧弹性方法则较为简单的而且更实用。

依据2005~2009年的票价和需求数据,将民航运输市场按表3进行细分,采用3.2节中所阐述的方法,可得知不同细分市场的需求价格弹性及变化趋势。表4为各细分市场平均票价折扣和需求价格弹性,从中可以看出:

- a) 国内各细分市场平均票价总体呈现下降趋势;
- b) 根据2.2节所描述,中等运量以上市场呈现刚性需求,瘦薄市场对价格弹性敏感度较大,缝隙市场的需求价格弹性变化较难把握。

## 6 实例分析

以成都出发的快线市场为例,进行需求弹性分析。

表5 2005~2009年成都快线平均票价折扣和需求价格弹性

| 年份     | 2005年 | 2006年  | 2007年 | 2008年  | 2009年 |
|--------|-------|--------|-------|--------|-------|
| 平均票价折扣 | 57.7  | 54.5   | 60.1  | 51.1   | 57.5  |
| 需求价格弹性 | /     | -2.991 | 0.235 | -0.233 | 0.685 |

表6 点弹性与弧弹性对比

|      | 点弹性                                 | 弧弹性                      |
|------|-------------------------------------|--------------------------|
| 原理   | 白盒测试                                | 黑盒测试                     |
| 数据   | 历年民航客运相关原始数据<br>当年驱动因素数据(点弹性仅需当年数据) | 需求和价格历年数据                |
| 方法   | 多元线性回归拟合<br>较为复杂                    | 变化量比值<br>较为简单            |
| 作用   | 区域弹性<br>多条航线弹性                      | 区域弹性<br>多条航线弹性<br>单条航线弹性 |
| 置信度  | 有置信度和置信区间                           | 无置信度和置信区间                |
| 适用范围 | 制造商、政府、研究机构                         | 制造商、政府、研究机构、航空公司         |

### 6.1 点弹性分析

在采集成都快线市场2009年的相关数据后,采用3.1节中所阐述的方法,根据数据拟合各检验参数,最终选择幂函数模型进行需求拟合。获得成都快线市场需求价格点弹性 $E_p$ 为0.245,大于0,且整体运量呈上升趋势,因此该市场为绝对刚性需求。

不同市场的需求弹性不尽相同,因此采用相同的需求模型,相同的需求弹性系数进行需求拟合是不准确的。需要不断关注市场变化,适时调整需求弹性系数及拟合需求模型。

### 6.2 弧弹性分析

依据2005~2009年的成都快线市场票价和需求数据,可得知票价折扣和需求价格弹性及其变化趋势,如表5所示,可以看出:

- a) 成都快线市场票价呈波动状态;

- b) 成都快线市场呈现典型刚性需求,即票价对需求影响因素不显著。与点弹性分析结论相吻合。

## 7 点弹性与弧弹性的对比

根据上述分析,可简单总结点弹性与弧弹性的对比分析如表6所示。结合点弹性和弧弹性分析方法,可从更全面的角度理解和分析民航客运市场需求价格弹性。当点弹性与弧弹性计算结果偏差较大时,可互相检查置信度,修正点弹性数学模型或分析弧弹性的数据可信度。

AST

### 参考文献

- [1] 罗伯特·S·平狄克,丹尼尔·L·鲁宾费尔德. 微观经济学[M]. 第七版. 北京:中国人民大学出版社,2009,31-35.
- [2] 菲利普·马拉沃,克里斯托夫·本那罗亚. 航空航天市场营销管理[M]. 第一版. 北京:航空工业出版社,2009,128-133.
- [3] 都业富. 航空运输管理预测[M]. 第一版. 北京:中国民航出版社,2001,23-28.
- [4] 赵选民,徐伟,师义民,秦超英. 数理统计[M]. 第二版. 北京:科学出版社,2002,267-280.
- [5] 田静,李小群,黄为. 中国民航国内客运需求价格弹性研究[J]. 中国民航大学学报,2009, (3):43-49.

- [6] Brons M, Pels E, Nijkamp P, Rietveld P. Price elasticities of demand for passenger air travel: a meta-analysis[Z]. 2001

- [7] David W.G, William G. M, Stewar Christophert. Air travel demand elasticities: concepts, issues and measurement[Z]. Department of Finance Canada, 2002.

### 作者简介

张伟,硕士,工程师,主要从事航空市场研究。