

## 基于熵权法的新机场货邮吞吐量类比分析预测

王 喆, 夏洪山

(南京航空航天大学 民航学院, 江苏 南京 210016)

**摘 要:** 针对新建机场缺少历史数据这一事实, 利用熵权法确定各经济指标权重, 综合各指标权重计算类比机场所在城市综合评价指数, 给出类比预测方法, 根据类比城市综合评价指数计算新建机场吞吐量及未来增长率。以九寨黄龙机场为例, 对类比预测法进行了实证分析研究。

**关键词:** 熵权法; 新建机场; 货邮吞吐量; 类比预测

**中图分类号:** O 29

**文献标识码:** A

### 0 引言

货邮吞吐量作为机场吞吐量的组成部分, 其预测值已成为机场建设可行性研究的重要数据, 同时也是机场建设规模的重要依据。常用的货邮吞吐量预测方法包括时间序列法、趋势外推法、计量经济法<sup>[1]</sup>、重力模型法<sup>[2]</sup>、神经网络<sup>[3]</sup>、灰色预测法<sup>[4]</sup>等等, 这些方法或多或少都需要机场货邮吞吐量的历史数据, 因此主要适用于运营机场或改扩建机场。新建机场尚未投入运营, 没有历史数据, 预测时主要以定性分析为主。通常首先对机场所在地区经济状况进行普查, 了解当地货运需求, 比较经济条件和产业结构类似的机场货邮吞吐量, 结合预测者的经验, 得到预测值。

纵观我国新建机场货邮吞吐量预测的现状, 大多数机场都存在预测值远高于实际值的现象, 如: 四川广元盘龙机场在可行性研究报告中预计2001年货邮吞吐量为7 178 t, 而实际只有181 t, 不到设计能力的3%, 年亏损达1 209万元, 机场经营举步艰难<sup>[5]</sup>。这说明, 选择一种科学合理的方法预测新建机场的货邮吞吐量是十分必要的。

### 1 机场货邮吞吐量影响因素

影响机场货邮吞吐量的因素很多, 按照因素影响的量化程度, 可分为定性因素和定量因素。其中定性因素主要包括一些国家的宏观经济政策和经济体制、政治、文化、科技的发展情况等。定量因

素主要体现在经济发展、地区社会性质、地区地面交通情况等方面。其中经济发展因素包括生产、投资、贸易、金融等。地区社会因素包括人口、资源、环境、收入状况等。地区地面交通因素包括各种交通方式的相互影响<sup>[6]</sup>。

在机场建设可行性研究中, 针对机场货邮吞吐量预测, 应做到定性、定量相结合, 定量为主, 定性为辅。预测时选用的定量指标应充分考虑机场所在地区的实际情况, 抓住特色因素, 分析它们对航空货运需求的影响程度, 根据选用指标的不同, 数据搜集的不同而采用相应的方法, 做出合理的预测。在此基础上, 结合国家宏观经济政策、地区产业结构发展导向, 地面交通基础设施建设情况(如高速铁路建设)等, 采用德尔菲法等定性方法对预测值进行修正, 使其更符合实际, 提高预测精度。

### 2 基于熵权法的类比预测法

#### 2.1 熵权法基本原理

熵权法是一种为综合评价指标客观赋权的方法, 熵是系统无序程度的度量。熵权法通过综合评价指标熵值来确定指标权重。若系统可能处于多种不同状态, 而每种状态出现的概率为 $P_i (i=1, 2, \dots, m)$ 时, 则系统的熵为:

$$e = - \sum_{i=1}^m P_i \ln P_i \quad (1)$$

显然, 当 $P_i = 1/m$ 时, 即各种状态出现的概

收稿日期: 2008-07-22; 修订日期: 2008-08-18

基金项目: 国家自然科学基金与民航基金联合资助项目(60672167)

作者简介: 王 喆(1984-), 男, 河南郑州人, 南京航空航天大学硕士研究生, 研究方向为交通运输规划与管理

率相同时,熵取得最大值,为  $e_{\max} = \ln m$ .

假设有  $m$  个机场,  $n$  个综合评价指数,形成原始指标数据矩阵  $R = (r_{ij})_{m \times n}$ ,对于某个指标  $r_j$ ,则有信息熵:

$$e_j = -\sum_{i=1}^m P_{ij} \ln P_{ij}$$

其中

$$P_{ij} = \frac{r_{ij}}{\sum_{i=1}^m r_{ij}} \quad (2)$$

如果某个指标的熵  $e_j$  越小,说明其指标值的变异程度越大,提供的信息量越多,在综合评价中该指标起的作用就越大,其权重应该越大;反之,若某个指标的熵  $e_j$  越大,说明其指标值的变异程度越小,提供的信息量越少,则在综合评价中起的作用越小,其权重也应越小.

## 2.2 类比预测算法

新机场缺少历史数据,必须综合考虑机场周边区域社会经济发展状况、地面交通、基础设施投资等影响因素,选取主要发展因素与目标机场最接近的机场作为参考依据,根据类比机场吞吐量及发展趋势对目标机场未来吞吐量及发展趋势进行预测.基于熵权法<sup>[7]</sup>的类比预测算法如下:

1) 选择合适的经济和地区指标并收集目标机场开航前一年的指标数据,设选取  $m$  个候选机场所在城市,  $n$  个综合评价指数;

2) 指标数值归一化

$$d_{ij} = (r_{ij} - r_{\min}) / (r_{\max} - r_{\min}) \quad (3)$$

式中:  $d_{ij}$  为第  $i$  个城市第  $j$  个指标归一化后的指标值;  $r_{ij}$  为第  $j$  个指标下第  $i$  个城市对应的指标值;  $r_{\min}$  为第  $j$  个指标下指标值中的最小值;  $r_{\max}$  为第  $j$  个指标下指标值中的最大值,以  $r_{\min}$  和  $r_{\max}$  作为指标阈值;

3) 城市指标值比重计算

$$P_{ij} = d_{ij} / \sum_{i=1}^m d_{ij} \quad (4)$$

式中:  $p_{ij}$  为第  $j$  个指标下第  $i$  个城市指标值比重;

4) 指标的熵值计算

$$e_j = -\sum_{i=1}^m p_{ij} \ln p_{ij} \quad (5)$$

式中:  $e_j$  为第  $j$  个指标的熵值;  $t = 1 / \ln m$ ;  $m$  为候选机场所在城市个数;

5) 指标权重计算

$$w_j = (1 - e_j) / \sum_{j=1}^n (1 - e_j) \quad (6)$$

式中:  $w_j$  为第  $j$  个指标权重  $0 \leq w_j \leq 1$ ;  $n$  为指标的个数;

6) 城市综合评价指数计算

$$D_i = \sum_{j=1}^n w_j d_{ij} \quad (i = 1, 2, \dots, m) \quad (7)$$

式中:  $D_i$  为第  $i$  个城市综合评价指数;

7) 根据各城市综合评价指数,在候选机场中选取与目标机场指数最接近的  $h$  ( $h < m$ ) 个类比机场,计算  $h$  个类比机场权重  $W_k$  ( $k = 1, 2, \dots, h$ ):

$$W_k = D_i / \sum_{k=1}^h D_k \quad (8)$$

8) 计算目标机场开航吞吐量  $\hat{y}$ , 和未来预期增长率  $L$ :

$$\hat{y} = \sum_{k=1}^h y_k W_k \quad (9)$$

式中:  $y_k$  为第  $k$  个类比机场开航年货邮吞吐量.

$$L = \sum_{k=1}^h l_k W_k \quad (10)$$

式中:  $l_k$  为第  $k$  个类比机场货邮吞吐量年平均增长率.

目标机场货邮吞吐量预测模型为:

$$\hat{y} = \hat{y} L^{q-1} \quad (11)$$

式中:  $\hat{y}_q$  为开航第  $q$  年货邮吞吐量;  $q$  为机场通航年数.

## 3 实例预测与分析

以九寨沟黄龙机场的货邮吞吐量为例,采用以上方法进行预测.九寨沟所在的四川阿坝藏族自治州地处高原山区,地面交通不便,工农业不发达,旅游业是其经济支柱.机场建成后,服务范围不会超越州界,货邮吞吐量不会太高.选取对货邮吞吐量影响较大的 GDP、农业生产总值、工业生产总产值、全社会固定资产投资总额、全社会货物周转量、社会消费品零售总额、进出口总额、财政收入、年末金融机构存款余额、人口等 10 个指标作为综合评价指数.选取西南地区 12 个机场作为候选机场,这 12 个机场分别为:丽江、大理、西双版纳、迪庆、临沧、思茅、昭通、西昌、宜宾、泸州、达州、张家界.

将以上 12 个机场所在地区与九寨沟机场所在的四川阿坝藏族自治州进行综合评价.因为九寨沟机场 2003 年开航,所以综合评价时使用 2002 年 13 个地区的指标值,指标值通过各地区统计局发布的统计年鉴查询得到.13 个地区的综合评价指数如表 1 所列.

根据各机场所在地区综合评价指数,发现丽江、张家界、临沧、思茅这四个地区与九寨沟所在

的阿坝州最接近,说明这四个地区与九寨沟经济发展状况以及产业结构比较类似,因此选取这四个机场为类比机场.采用这四个机场开航年份货邮吞吐量及历年货邮吞吐量平均增长率(见表2)预测九寨沟机场开航吞吐量为58.8 t及未来预期年平均增长率为24.7%,并在此基础上预测九寨沟机场2004~2006年货邮吞吐量,如表3所列.

观察表3发现开航年份预测值与实际值误差很大,经过调查得知九寨沟机场2003年9月底通航,当年实际运营只有3个月,因此2003年货邮吞吐量实际应在50~60 t之间,与预测值很接近.另外,2003、2004年预测误差也比较大,这是因为新机场投入运营后,需要开辟航线、培育市场,通航的头几年货邮吞吐量的增长会很不稳定,当航线、市场稳定后,吞吐量增长率会回归到预期的增

长率.2006年九寨沟机场货邮吞吐量为112.2 t,与预测值很接近,相对误差只有1.7%,而2003~2006年九寨沟机场货邮吞吐量年平均增长率为26.8%(2003年按55 t计算),与预测值也很接近,相对误差为1.7%.

对九寨沟机场2005~2020年的货邮吞吐量进行预测并与规划中的预测值进行比较,见表4.

表4 九寨沟机场2005~2020年货邮吞吐量预测值

Tab.4 Jiuzhaigou airport 2005~2010 predict cargo throughput t

年份	2005	2006	2007	2010	2015	2020
本方法	94.5	114.1	142.2	275.7	831.4	2 507.3
预测值						
规划	4 500	4 843.45	212.9	6 500	9 000	12 000
预测值						

经过比较分析,2005、2006年九寨沟机场规划货邮吞吐量的预测值明显偏大,使用本方法得到的预测结果更接近实际.

4 结语

笔者给出了基于熵权法的类比预测方法,将新建机场吞吐量传统预测方法的定性成分定量化,并以九寨沟黄龙机场为例对其货邮吞吐量进行实证预测,结果与实际值偏差为14.8 t(均方差)不大.笔者类比预测方法中预期增长率为机场长期经营的平均增长率,由于新建机场投入运营的开始几年航线、市场尚不稳定,吞吐量的实际增长率会出现较大的波动,因此本方法较适合于预测新建机场中长期吞吐量规模.随着机场经营逐步稳定,吞吐量的增长率也会逐步回归到预期的增长率.此外,机场历史数据不断增多,可以采用多种方法,结合经济发展对机场未来吞吐量进行滚动预测,以获得较合理的预测结果.

参考文献:

[1] PROFILLIDIS V A. Econometric and fuzzy models for the forecast of demand in the airport of Rhodes[J]. Journal of Air Transport Management, 2000, 6(2): 95-100.

[2] MATSUMOTO H. International urban systems and air passenger and cargo flows: some calculations[J]. Journal of Air Transport Management, 2004, 10(4): 239-247.

[3] 唐琮沅,吴桂先.基于改进型BP神经网络模型的机场物流吞吐量预测研究[J].物流技术, 2008, 8: 35

表1 各地区综合评价指数

Tab.1 Comprehensive evaluation indices of each candidate city

地区	指数	地区	指数
阿坝州 (九寨沟)	0.034	大理	0.093
迪庆	0.001	西双版纳	0.101
丽江	0.025	泸州	0.109
张家界	0.036	西昌	0.114
临沧	0.049	达州	0.153
思茅	0.055	宜宾	0.165
昭通	0.065		

表2 类比机场开航吞吐量及年平均增长率

Tab.2 The first year throughput and average annual growth rate of each analog airports

机场	开航 吞吐量/t	年平均 增长率/%	权重
丽江	94.0	10.63	0.148
张家界	81.4	38.06	0.302
临沧	3.0	49.88	0.338
思茅	79.1	-2.12	0.212

表3 九寨沟机场2003~2006年货邮吞吐量预测

Tab.3 Jiuzhaigou airport 2003~2006 predict cargo throughput t

年份	2003	2004	2005	2006	平均增 长率/%
预测值	58.8	73.4	91.5	114.1	24.7
实际值	18.8	58.6	59.5	112.2	26.8
绝对误差	-40.0	-14.8	-32.0	-1.9	2.1
相对 误差/%	-112.9	-25.2	-53.8	-1.7	1.7

- 37.

- [4] 吴 斐, 孙晓东, 胡劲松. 机场货物吞吐量的灰色预测方法研究[J]. 物流技术, 2005, 7: 60 - 63.
- [5] 任承彝. 四川省三个民用支线机场的亏损原因及对策建议[J]. 经济体制改革, 2003, 1: 82 - 85.

- [6] 李国彦, 张 斌, 李 南, 等. 民用机场货运吞吐量预测方法[J]. 江南大学学报: 自然科学版, 2005, 4(2): 205 - 208.

- [7] 姜秀娟, 高静娟. 熵权法在城市投资环境综合评价中的应用[J]. 市场论坛, 2006, 9: 22 - 23.

## Entropy Based Analogy Forecasting of New Airport Cargo Throughput

WANG Zhe, XIA Hong - shan

(College of Civil Aviation, Nanjing University of Aeronautics and Astronautics, Nanjing, 210016, China)

**Abstract:** According to the fact that new airports lack historical data, entropy based analogy forecasting method was introduced. Firstly, weights of economic indicators were determined by entropy method. Then comprehensive evaluation index of each analog airport was calculated according to the weights. Cargo throughput of the first year and future growth rate of the new airport were calculated based on the indices finally, and thus future cargo throughput can be predicted. Jiuzhaigou Huanglong airport was taken as an example to conduct an empirical analysis research.

**Key words:** Entropy method; New airport; Cargo throughput; Analogy forecasting

(上接第 115 页)

## Research on Deck - tower Connection of Super Long - span Cable - stayed Bridge

WANG Di, HUANG Ping - ming

(Key Laboratory for Bridge and Tunnel of Shanxi Province, Chang'an University, Xi'an 710064, China)

**Abstract:** The elastic restraint and viscous dampers are applied to deck - tower connection of Sutong bridge and proper elastic stiffness constant of elastic restraint and viscous damper parameters are chosen. The Maxwell model is used for describing the hysteretic behavior of viscous damper. The nonlinear seismic analysis method is utilized for investigating the effects of elastic restraint and viscous damper to reduce the seismic response and the viscous damper is more ideal.

**Key words:** super long - span cable - stayed bridge; elastic restraint; viscous damper; energy dissipation