

基于优化组合模型的航空货邮市场需求预测

——来自2007—2017年全球及中国面板数据的实证分析

李航,刘培宏

(中国民航大学临空经济研究中心,天津300300)

摘要:航空货邮周转量是评价航空物流业发展的一个重要指标,传统预测方法在复杂系统的表现较差。在趋势外推法、多项式回归和灰色预测的基础上,引进诱导有序加权平均(IOWA)算子组合预测模型。结果表明,该方法对航空货邮周转量的预测效果比其他方法更好,以2018年全球数据进行检验,预测误差仅有4.72%。通过预测结果进一步对比分析全球及中国航空货邮市场的发展情况及未来趋势,为中国航空物流业的转型升级以及经济结构的优化发展提供参考与启示。

关键词:航空货邮周转量;趋势外推法;多项式回归;灰色预测;组合预测

中图分类号:F064.1 **文献标志码:**A **文章编号:**1002—980X(2020)3—0138—08

在企业盈利改善的大环境下,经济活动日益旺盛,各企业为谋求自身发展,对货物的运输速度和服务品质要求日益增高,航空物流以其运输速度快、灵活性强的特点满足了各大企业的货运服务需求,使得航空货邮市场规模逐步扩大。随着电商、快递以及冷链等现代物流的兴起,越来越多的领域也开始关注航空物流业,航空物流业已成为全球国际化联通的主要力量。目前,世界航空物流业已经进入供应链管理的新阶段,对于航空货邮市场发展情况精准、有效地把握将会助力现代航空物流又好又快地转型升级。本文为航空货邮周转量的预测引进一种新的优化组合预测模型,通过预测分析,可以更加精准、系统地明晰航空货邮市场动态,把握航空物流业发展方向。

预测是将已有信息进行分析,然后通过构建适合的数理统计模型,推测未来一段时间某事件是否会发生或事件的发展趋势。许多学者利用不同的预测方法对航空物流业进行预测分析^[1-4],这些预测方法在本质上都是在原始数据的基础上建立拟合模型来进行预测,但模型的拟合精度并不完全等同于预测精度,传统的预测方法难以满足复杂系统的预测需求,因而产生的预测结果良莠不齐,不能准确、全面地反映实际问题,因此,为了进一步提高航空货邮周转量的预测精准度,本文引进一种优化的组合预测模型。

组合预测,即在预测的过程中,采取两种或者两种以上不同的预测方法进行组合建模,并且根据相应的准则给不同的预测方法分配以合适权值,最大程度地获取不同预测方法的有效信息,能够更加全面地解释实际值,具有良好的预测效果。“组合预测”思想最早由Bates和Granger^[5]提出,随后,受到国内外越来越多研究学者的青睐。国外很多学者为提高预测质量,在人工神经网络、动态因子、广义最小二乘估计(GLS)等方法的基础上进行选择性组合建模,对时间序列聚合约束分解后进行预测^[6-8]。Rapach等^[9]在对股权溢价预测的研究中发现个别模型预测存在的不确定性和不稳定性会严重削弱模型的预测能力,而组合预测合并了来自众多经济变量的信息,能够大幅降低预测波动性。国内研究学者马永开等^[10]在对误差信息矩阵的理论分析中,证明了一个非负权值的组合问题中存在优性解的充分且必要条件为误差信息矩阵主对角线上的最小值不是其所在行最小值,给出了误差信息矩阵的判定定理。许多学者通过构建诱导有序加权平均(induced ordered weighted average, IOWA)算子组合模型对铁路运量、旅游业、电力等领域展开分析研究^[11-13],证实了在复杂系统的数据分析中,IOWA算子组合模型具有明显的优势。基于此,将IOWA算子组合模型应用于航空物流领域的面板数据分析中也将会会有很好表现。

收稿日期:2020—01—10

基金项目:天津市哲学社会科学规划课题“京津冀协同发展背景下天津探索建设自由贸易港的制度创新与实现路径研究”(TJGL18-048);中央高校基本科研业务费项目中国民航大学专项“创新生态系统视角下天津航空产业发展策略研究”(3122017055)

作者简介:李航(1978—),男,回族,山东冠县人,博士,中国民航大学临空经济研究中心副主任,副教授,研究方向:临空经济、航空运输系统优化与决策;刘培宏(1995—),男,汉族,山东烟台人,中国民航大学硕士研究生,研究方向:物流工程。

结合国内外研究学者对组合预测模型的研究成果,本文在对全球以及中国航空货邮周转量预测时,将趋势外推法、多项式回归以及灰色预测进行组合,在这3种单项预测方法的基础上建立误差信息矩阵,减弱某个误差较大的方法对结果产生的影响,最大程度地获取3种方法所提供的有效信息,从而产生了良好的预测性能。

一、航空货邮周转量含义及特点

(一)航空货邮周转量含义

航空货邮周转量是航空货物和航空邮件周转量总和,它既包含了航空运输对象的重量,也包含了航空运输的距离,因而体现了航空运输工作量,是评价航空运输企业运营水平高低的重要技术性指标。相比于航空货运量,航空货邮周转量能更加全面、系统地反映出民航运输企业的航空运输生产规模和工作量^[14]。通过航空货邮周转量,机场能够合理有效地对物流中心、信息系统及关键设备等资源进行规划建设;航空公司能够合理地规划航班数量、飞行小时、地勤工作人员数量及工作时间,民航管理机构也能及时有效地进行行业规划。航空货邮周转量是评价航空物流业发展好坏的一个重要指标,它能够表示需求量是能够反映航空货邮市场需求变动情况,所以,利用航空货邮周转量的面板数据进行航空货邮市场需求的有关分析研究是可行的。

对于航空货邮周转量的预测是一个复杂的过程,由于航空物流业的复合性和波动性,使得航空货邮周转量的大小受经济环境、社会环境、自然环境等多方面的影响,传统预测方法对于有效信息敏感程度大小不一,往往导致一些有用的信息缺失。然而,组合预测模型对于复杂系统的预测具有明显的优势,因此,应从多角度出发,通过组合建模提高模型关键信息的容量,对复杂系统的关键信息进行有效捕捉,提高模型处理复杂系统的能力,从而对于将来一段时间航空货邮周转量的发展情况有一个科学的估算和合理的判断,提高决策的水平和效率。

(二)航空货邮周转量特点

本文从国际民航组织理事会以及国际货币基金组织官方网站上选取了2007—2017年全球及中国的航空货邮周转量、国内生产总值(GDP)的面板数据,见表1。从表1可以发现获取的面板数据具有以下特征:①样板数据均有明显的增长趋势,部分年份的面板数据出现了波动的情况;②面板数据全为正,可以对其作对数变换。

通过观察发现,2009年全球航空货邮周转量明显不同于其他年份,进一步分析,异常值的出现是因为2008年的全球性金融危机所导致的,异常值的存在将会大幅度地降低数据分析及统计建模的精度,造成结果偏差较大。因此,在全球及中国航空货邮周转量开始预测前需要先进行异常值的预处理,本文以2008年与2010年全球航空货邮周转量的平均值代替原有的2009年全球航空货邮周转量异常值。

表1 2007—2017年全球及中国面板数据

年份	全球航空货邮周转量 /10亿吨公里	中国航空货邮周转量 /10亿吨公里	全球GDP /万亿美元	中国GDP /万亿美元
2007	172.84	11.64	57.95	4.02
2008	171.16	11.96	63.58	4.75
2009	155.97	12.62	60.27	5.18
2010	186.81	17.89	65.97	6.13
2011	187.37	17.39	73.32	7.26
2012	185.41	16.39	74.99	8.01
2013	186.15	17.03	77.10	8.82
2014	194.82	18.78	79.19	9.54
2015	197.32	20.81	74.92	10.20
2016	204.38	22.25	76.00	11.00
2017	223.73	24.36	80.74	12.20

二、航空货邮周转量组合预测分析

本文以全球航空货邮周转量的计算步骤为例,鉴于航空货邮周转量历史数据的线性趋势及多因素影响的复杂性,因此先使用对于复杂系统适应性较好的3种预测模型进行计算,然后将各个模型估算的结果进行组合建模。组合模型的步骤和数学逻辑如图1所示。

(一)单项预测模型

1. 趋势外推模型

趋势外推法又称为趋势延伸,作为时间序列分析中重要模型,它是根据事物的历史数据以及已有资料,分析事物的发展状况,进一步推断事物未来一段时间发展趋势的一种较常使用的数据分析法^[15]。本文趋势外推模型主要利用指数曲线建模,通过一条指数曲线来拟合因变量对于自变量的依赖关系,函数等式两边取

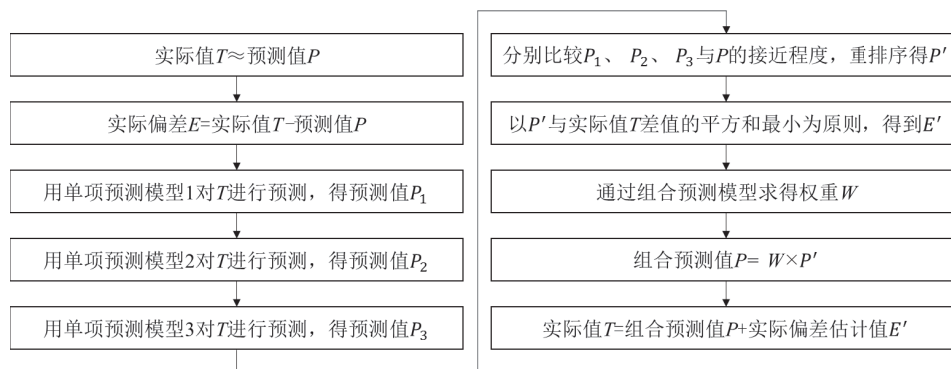


图1 IOWA算子组合预测模型的步骤和数学逻辑图

对数,把原模型变成一元线性回归模型,通过线性回归分析思路建立回归模型,并进行预测,指数回归预测模型公式为

$$\hat{y}_t = me^{nt}, m > 0 \quad (1)$$

其中: m 、 n 为待定参数; t 为时间。

对方程的两边分别取对数:

$$\ln \hat{y}_t = \ln m + nt, m > 0 \quad (2)$$

函数变换:

$$Y_t = \ln \hat{y}_t, M = \ln m, m > 0 \quad (3)$$

转换为一元一次函数:

$$Y_t = M + nt \quad (4)$$

通过计算求得 $M=5.1145, n=0.0215$, 则可求得 $m=166.4242$, 指数曲线模型为

$$\hat{y}_t = 166.4242e^{0.0215t} \quad (5)$$

经计算得到其检验数 $R^2=0.8669$, 意思是用自变量可解释因变量变差的 86.69%, 说明该模型对实际值的估计较好, 趋势外推预测值见表 2。

2. 多项式回归模型

多项式回归属于线性回归模型中的一种, 它的优势在于可增加自变量的高次方的项数, 进而逐步逼近实际值, 直到预测效果满意为止。在经济发展过程中, 国民经济发展水平高低直接影响航空货邮市场需求的变化, 进而引起航空货邮业务规模的扩大或缩小。因此, 本文将全球 GDP 作为自变量、全球航空货邮周转量作为因变量构建一元多项式回归, 通过引入更高次方, 增大设立模型的自由度, 增强模型容量及拟合数据能力, 从而可以进一步降低误差, 多项式回归公式为

$$\hat{y} = k_0 + k_1x + k_2x^2 + \cdots + k_nx^n \quad (6)$$

利用待定系数法求得:

$$K = (256.6565 \quad 0 \quad -0.068025 \quad 0.000755 \quad 0 \quad \cdots \quad 0)$$

一元三次多项式函数为

$$\hat{y}_t = 256.6565 - 0.068025x_t^2 + 0.000755x_t^3 \quad (7)$$

其中: x_t 为全球 GDP; $t=1, 2, \cdots, n$ 。

经计算得到其检验数 $R^2=0.9006$, 意思是用自变量可解释因变量变差的 90.06%, 说明该模型对实际值的估计较好, 多项式回归预测值见表 2。

3. 灰色预测模型

灰色系统理论是对灰色系统进行分析研究和决策控制的理论^[16]。在灰色系统中, 有些信息已知, 有些信息未知, 各个要素之间存在不确定性联系, 利用数据处理的方法去探求数据间的联系, 找出其中存在的关系。灰色预测就是利用少量、不完整的数据, 通过数学建模的方法来对灰色系统做出的预测, 它的优势在于需要的时间序列较短、面板数据较少, 对于信息不完整的系统分析与建模效果较好。

微分形式:

$$\frac{dx^{(1)}}{dt} + ax^{(1)} = b \quad (8)$$

其中: a 、 b 是待识别的灰色常数。

预测公式:

$$\hat{x}^{(1)}(k+1) = \left[x^{(0)}(1) - \frac{b}{a} \right] e^{-ak} + \frac{b}{a}, \quad k = 1, 2, \dots, n-1 \quad (9)$$

残差检验公式:

$$\varepsilon(k) = \frac{x^{(0)}(k) - \hat{x}^{(0)}(k)}{x^{(0)}(k)}, \quad k = 1, 2, \dots, n \quad (10)$$

如果对所有的 $|\varepsilon(k)| < 0.1$,认为达到较高要求,如果对于所有的 $|\varepsilon(k)| < 0.2$,则认为达到一般要求。

计算求得 $a=-0.0233$, $b=166.09$, $R^2=0.8462$,表明用自变量可解释因变量变差的84.62%,残差检验所有的 $|\varepsilon(k)| < 0.1$,认为达到较高要求,通过结果可以清晰地看出,对于单调变化的序列灰色预测精确度较高,但是对明显波动的数列而言,灰色预测的精确度相对较低,灰色预测值见表2。

(二)组合预测模型

1. IOWA算子组合预测模型

IOWA(诱导有序加权平均)算子组合预测模型是通过引进IOWA算子,以不同模型的估计值与实际值逼近程度由高到低的次序给与权值,构建误差信息矩阵,以实际值与排序序列误差平方和最小为条件组建新的预测模型。

非线性规划模型:

$$\begin{cases} \text{Min} Q = P^T EP \\ R_m^T P = 1 \\ P \geq 0 \end{cases} \quad (11)$$

$$P = (p_1, p_2, p_3)^T \quad (12)$$

$$R_m = (1, 1, 1)^T \quad (13)$$

$$E = \begin{pmatrix} \sum_{t=1}^n e_{k-\text{index}(1t)}^2 & \sum_{t=1}^n e_{k-\text{index}(1t)} e_{k-\text{index}(2t)} & \sum_{t=1}^n e_{k-\text{index}(1t)} e_{k-\text{index}(3t)} \\ \sum_{t=1}^n e_{k-\text{index}(2t)} e_{k-\text{index}(1t)} & \sum_{t=1}^n e_{k-\text{index}(2t)}^2 & \sum_{t=1}^n e_{k-\text{index}(2t)} e_{k-\text{index}(3t)} \\ \sum_{t=1}^n e_{k-\text{index}(3t)} e_{k-\text{index}(1t)} & \sum_{t=1}^n e_{k-\text{index}(3t)} e_{k-\text{index}(2t)} & \sum_{t=1}^n e_{k-\text{index}(3t)}^2 \end{pmatrix} \quad (14)$$

E 是误差信息矩阵:

$$e_{k-\text{index}(jt)} = x_t - \hat{x}_{k-\text{index}(jt)} \quad (15)$$

其中: j 为第 j 种单项预测模型; t 为第 t 期, $t=1, 2, \dots, n$ 。

IOWA算子组合模型并不是所有条件下都适用,它具有一定使用条件和范围,它能够进行预测的前提条件是误差信息矩阵 E 的主对角线上的最小值不是其所在行的最小值,否则将会出现冗余的情况,造成最后的权重系数只有1和0,即存在冗余的单项预测方法,它们对于最终的预测结果不会提供任何的有效信息。

绝对百分比误差(absolute percentage error, APE)能够评价各时间节点的拟合精确度,计算公式如下:

$$\text{APE} = \sum (|y^* - y| \times 100\%/y) \quad (16)$$

其中: y 是实际值; y^* 是预测值。

表2 各单项预测模型预测值

年份	全球航空货邮周转量 /10亿吨公里	趋势外推模型 /10亿吨公里	多项式回归模型 /10亿吨公里	灰色预测模型 /10亿吨公里
2007	172.84	170.05	175.14	172.84
2008	171.16	173.75	175.72	172.12
2009	178.98	177.53	176.43	176.18
2010	186.81	181.40	177.37	180.34
2011	187.37	185.35	188.55	184.59
2012	185.41	189.38	192.51	188.94
2013	186.15	193.51	198.32	193.40
2014	194.82	197.72	205.00	197.96
2015	197.32	202.03	192.33	202.63
2016	204.38	206.43	195.17	207.41
2017	223.73	210.92	210.59	212.31

在各个时间节点 t 上将各个单项预测模型的预测值以 APE 从小到大的顺序重新进行排序,得到新的预测值矩阵:

$$[x_{k-index(1t)}, x_{k-index(2t)}, x_{k-index(3t)}] \quad (17)$$

重排序列见表 3。

2. 组合预测模型的实现

对模型进行 MATLAB 规划求解,得到误差信息矩阵 E :

$$E = \begin{pmatrix} 264.00 & 244.34 & 355.29 \\ 244.34 & 342.45 & 342.76 \\ 355.29 & 342.76 & 720.97 \end{pmatrix} \quad (18)$$

根据 IOWA 算子组合模型的适用范围可知,本文中构建的模型具有优性权重系数,没有预测方法冗余情况出现。

计算得到赋权矩阵:

$$P = (0.82207 \quad 0.17704 \quad 0.00089)^T$$

将每个时间节点的单项预测值按照 APE 从小到大的次序重新排序并进行加权计算,计算得到全球航空货邮周转量历年的估计值以及 APE 见表 3。

表 3 重新排序单项预测值和组合预测值

年份	$x_{k-index(1t)}$	$x_{k-index(2t)}$	$x_{k-index(3t)}$	组合预测模型	
				预测值	$APE/\%$
2007	172.84	175.14	170.05	172.59	0.03
2008	172.12	173.75	175.72	173.74	0.53
2009	177.53	176.43	176.18	176.99	1.11
2010	181.40	180.34	177.37	180.34	3.19
2011	188.55	185.35	184.59	185.53	0.14
2012	188.94	189.38	192.51	189.54	1.75
2013	193.40	193.51	198.32	193.95	3.70
2014	197.72	197.96	205.00	198.58	1.32
2015	202.03	192.33	202.63	199.96	1.34
2016	206.43	207.41	195.17	204.08	0.87
2017	212.31	210.92	210.59	210.45	3.40

3. 预测效果评价

为评定优化组合模型的预测性能,文章选取了以下 5 种误差评价指标作为评判依据。

平方和误差:

$$SSE = \sum_{i=1}^n (x_i - \hat{x}_i)^2 \quad (19)$$

均方误差:

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \hat{x}_i)^2 \quad (20)$$

平均绝对误差:

$$MAD = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |x_i - \hat{x}_i| \quad (21)$$

绝对百分比误差平均值:

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |(x_i - \hat{x}_i)/x_i| \quad (22)$$

均方百分比误差:

$$MSPE = \frac{1}{n} \sqrt{\sum_{i=1}^n [(x_i - \hat{x}_i)/x_i]^2} \quad (23)$$

其中: x 为实际值; $\hat{x}$ 为预测值; $i=1,2,\cdots,n$ 。

通过计算求得各项指标见表4。根据表4可以看出,IOWA算子组合模型的误差是最小的,说明该模型的估计值最接近实际情况,结合表2和表3各个时间节点的APE,可以看到,组合预测模型的历年APE都小于3.5%,并且仅有两个时间节点超过3%,说明该模型能够有效地减弱预测误差,具备良好的预测性能。

另外,为了能更直接地反映各预测模型的拟合效果,本文将各个预测模型的预测值与全球航空货邮周转量的实际值构建折线图,其拟合结果如图2所示。

表4 各预测模型预测效果指标对比

误差指标	趋势外推模型	多项式回归模型	灰色预测模型	组合预测模型
SSE	318.7650	707.3612	301.2919	261.1809
MSE	28.9786	64.3056	27.3902	23.7437
MAD	4.3694	6.9827	4.2471	3.4878
MAPE	0.0224	0.0360	0.0216	0.0176
MSPE	0.0081	0.0123	0.0078	0.0071

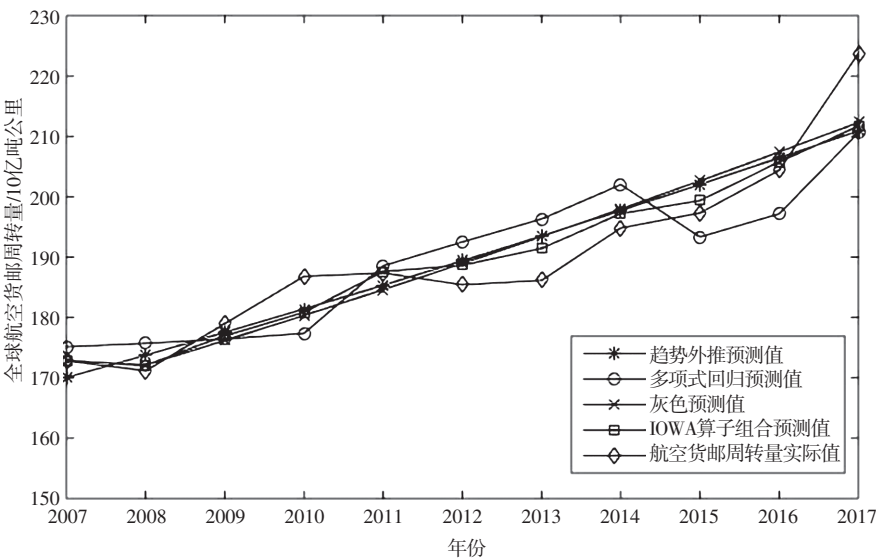


图2 各预测模型折线图

从图2可以看出,相比于其他预测模型,IOWA算子组合预测模型对面板数据的拟合更好,更逼近实际值。进一步通过组合预测的方法预测2018年全球航空货邮周转量,然后以2018年全球航空货邮周转量的实际值做进一步的检验,检验发现估计值与实际值的相对误差仅有4.72%,说明此模型能够较为精确地反映出面板数据未来的发展情况。

综上所述,组合预测模型可以充分地捕捉各个单项预测模型中的有用信息,减弱某个误差较大的估计值对最终结果造成的影响,能够较大幅度降低误差,更加准确、全面地反映实际情况。

4. 组合预测模型的应用

对于2019—2022年单项预测模型APE的计算,本文主要是通过移动平均的方法,用各单项预测模型的前4期平均APE来显示该时间节点的预测精准度的大小,将2019—2022年单项模型预测值按照APE由小到大重新排序,将各时间节点的单项模型的预测值按照APE由小到大赋权,计算2019—2022年全球和中国航空货邮周转量的估计值见表5。

表5 2019—2022年航空货邮周转量预测

年份	货邮周转量/10亿吨公里	
	全球	中国
2019	226.40	28.01
2020	234.95	30.21
2021	242.04	32.96
2022	254.36	36.12

三、结果分析及讨论

从表1和图2的面板数据分析发现,2007—2017年全球航空货邮周转量总体保持增长态势,局部产生波动,2008—2009年出现大幅度降低;2007—2017年中国航空货邮周转量总体保持较快增长,局部出现波动,2008—2009年增长停滞,2009—2010年大幅增长,增长速度达到10年内顶峰。

分析波动原因,2008年美国次贷危机在一定程度上影响了全球的经济,全球贸易紧张关系及其不确定性或产生下拉效应,经济形势的好坏与航空物流的发展是息息相关的,经济下滑对航空物流造成了不小冲击,直接导致全球航空货邮市场需求大幅降低;中国虽然受全球经济危机一定程度的影响,航空货邮市场衰

退迹象显现,以至收缩国际货运航线,集中运营国内市场,规避国际航空货邮市场风险冲击,然而次年受亚太地区经济复苏的影响,中国航空货邮市场迅速回暖,从而使航空货邮业务量大幅增多,周转量大幅回升。

对于航空货邮市场的未来展望,通过得到的计算结果分析,未来4年,全球航空货邮周转量将保持平均每年3.59%的增长率,中国的航空货邮周转量则保持每年8.78%的高速增长势头,约是全球增速的2.45倍,以优于全球的增长速度,在全球航空物流市场整体增速放缓的格局中表现抢眼,前景可期。通过计算,预计到2020年,全球航空货邮周转量将会达到2350亿吨公里,中国航空货邮周转量将突破300亿吨公里,未来中国经济的发展对于航空物流业的依赖程度越来越高,尤其是在中国“一带一路”倡议等实施下,为中国航空物流崛起创造了优越政策支撑,推动行业又好又快发展,使中国成为推动全球航空物流业发展的主要驱动力之一。

然而,相比于航空物流业发展程度较高的欧美发达国家,中国航空物流业发展程度依旧较低,各种效率低下的突出问题没有得到有效解决。第一,受全球宏观经济形势不景气的影响,航空货运价格水平持续低迷,货运方式进一步从空运向海运转转移;第二,虽然政府鼓励民间资本进入民用航空领域,但政府管制仍然严格,市场准入门槛较高;第三,中央控股三大航空公司一直处于垄断地位,当行业景气指数下降时,航空公司应对风险的能力不足,不能获得稳定持续的盈利;第四,我国航空物流行业信息化程度依然低下,标准不统一、信息共享不足以及信息安全等问题突出,制约了我国航空物流的崛起。

未来几年全球航空物流业总体疲软的态势仍会持续,面对竞争日益激烈的市场环境,需要我们审时度势的把握未来航空物流业发展的三大方向:①航空货运与快递物流融合;②传统航空公司转型航空物流综合服务商;③航空物流智能化、信息化。

现代航空物流在我国目前属于起步发展阶段,在开放和竞争的格局作用下,应通过各方的通力合作,共同促进我国航空物流的发展。国家应该制定和完善相应的航空物流产业政策,加快促进航空物流标准化的实施,将航空物流业的发展作为深化民航供给侧结构性改革的重要内容;吸引外资和民营资本,扩大我国航空货邮市场融资形式;加大全货机的投放比例,提高航空货邮载运水平和效率;进一步完善航空物流产业的整合、运营及可持续发展。航空物流企业应重点加强信息、航线、货运代理等网络的建设工作,完善自身企业部门基础设施;拓展航空货邮服务到价值链的前端,着力打通其中的产、供、销、配等节点;利用大数据分析及云计算等最先进的技术,以客户需求为出发点,着重解决航空物流企业竞争力弱以及外部环境制约问题。

四、结语

对于航空货邮周转量的精准预测,有利于决策者准确的了解航空货邮市场的现状及未来趋势,及时制定相应的发展策略,更加精确地统筹优化与航空物流相关的固定资产投资、飞机的有效使用率以及与航空运输相关的生产活动,加速航空物流的现代化进程,更好地服务于中国经济的转型升级。

(1)从近年来学术文献对航空物流预测的研究中,针对各种预测方法的缺陷与不足,选取了误差相对较小的3种方法,构造优化IOWA算子组合模型,对各个预测模型中的有效信息高效捕捉,提高了模型的信息容量。

(2)对于误差信息矩阵进一步研究,分析了IOWA算子组合预测模型的适用范围,并且对出现冗余情况做了进一步探究,避免冗余情况出现将有效地解决了无效的方法对组合模型的干扰。

(3)在构建的组合预测模型的基础上对未来4年全球及中国的航空货邮周转量预测,探究现阶段中国航空物流业面临的缺陷及不足,提出相应建议和参考。

然而,航空货邮市场是一个相对动态的系统,由于文章篇幅的限制,本文对于航空货邮市场的预测是以假设其所处的运行环境结构不变为前提,并未考虑一些突发结构改变(如政治文化影响、经济波动及替代运输工具的发展等)对其造成不同程度的影响,具有一定的局限性和不足。在接下来的研究方向将是如何处理这些突变因素对预测结果产生的影响,通过定性与定量相结合的方法进一步优化航空货邮周转量预测结果。

参考文献

- [1] CHOU T Y, LIANG G S, HAN T C. Application of fuzzy regression on air cargo volume forecast[J]. Quality & Quantity, 2011, 45(6): 1539-1550.
- [2] 孙丽珊. 云南航空物流预测与发展对策研究[J]. 物流技术, 2014, 33(3): 138-140.
- [3] 朱倩, 廖志高, 张峰祯. 基于聚类算法和ANFIS的广西航空货运量预测研究[J]. 武汉理工大学学报, 2015, 37(8):

- 37-41.
- [4] 巫仁亮, 徐伟华, 沈文喆. 基于灰色神经网络的云南省货运量预测模型研究[J]. 物流科技, 2019, 42(8): 13-16.
 - [5] BATES J M, GRANGER C W J. Combination of forecasts[J]. Journal of the Operational Research Society, 1969, 20(4): 451-468.
 - [6] POHLMANN T, FRIEDRICH B. A combined method to forecast and estimate traffic demand in urban networks[J]. Transportation Research Part C: Emerging Technologies, 2013, 31: 131-144.
 - [7] BABIKIR A, MWAMBI H. Evaluating the combined forecasts of the dynamic factor model and the artificial neural network model using linear and nonlinear combining methods[J]. Empirical Economics, 2016, 51(4): 1541-1556.
 - [8] JACOBS W, SOUZA A M, ZANINI R R. Combination of Box-Jenkins and MLP/RNA models for forecasting[J]. IEEE Latin America Transactions, 2016, 14(4): 1870-1878.
 - [9] RAPACH D E, STRAUSS J, ZHOU G. Out-of-sample equity premium prediction: Combination forecasts and links to the real economy[J]. Review of Financial Studies, 2010, 23(2): 821-862.
 - [10] 马永开, 杨桂元, 唐小我. 组合预测误差信息矩阵进一步研究[J]. 电子科技大学学报(社会科学版), 1996(5): 94-98.
 - [11] 张和平, 陈齐海, 熊传斌. 基于IOWA算子的优化灰色组合模型及其应用[J]. 统计与决策, 2017(19): 73-77.
 - [12] 孙丽, 牟海波. 基于IOWA组合模型的高速铁路客运量预测研究[J]. 铁道运输与经济, 2018, 40(9): 74-79.
 - [13] 王洋, 张萍. 四川省入境旅游需求组合预测研究[J]. 数学的实践与认识, 2019, 49(10): 299-302.
 - [14] 李程, 徐琪. 基于ARIMA-GM的短期民航货邮周转量研究[J]. 计算机工程与应用, 2015, 51(2): 259-264.
 - [15] 郑宁国. 趋势外推法数学模型的几何凸性分析[J]. 高等数学研究, 2007(1): 45-47.
 - [16] 杨冠. 基于灰色系统理论的成绩预测分析[J]. 数学学习与研究, 2018(5): 138-139.

Demand Forecast of Air Cargo and Mail Market Based on Optimized Combination Model: Empirical Analysis of Global and Chinese Panel Data from 2007 to 2017

Li Hang, Liu Peihong

(Institute of Airport Economy, Civil Aviation University of China, Tianjin 300300, China)

Abstract: Air cargo and mail turnover is an important index to evaluate the development of aviation logistics industry. Traditional prediction methods perform poorly in the prediction of complex systems. Therefore, based on the trend extrapolation method, polynomial regression and grey prediction, this paper introduces the induced ordered weighted average (IOWA) operator combination prediction model. The results show that this method has a better forecasting effect on air cargo and mail turnover than other methods, and the prediction error is only 4.72% when it is tested with 2018 global data. The status and future trends of the global and Chinese air cargo and mail markets is further compared and analyzed through the prediction results, which will provide some suggestions and implications for the upgrading of China's aviation logistics industry and the optimization and development of the national economic structure.

Keywords: air cargo and air mail turnover; trend extrapolation; polynomial regression; grey prediction; combination forecast