第 35 卷 第 8 期　　财经研究　　Vol. 35 No. 8
2009 年 8 月　　Journal of Finance and Economics　　Aug. 2009

基于 VAR 模型的民航运输业与 GDP 关系实证分析

刘兰娟，董万好
（上海财经大学 信息管理与工程学院，上海 200433）

摘　要：文章针对民航运输业的产业发展情况，选取 1978－2008 年间的民航运输指标和 GDP 数据，建立 VAR 模型，在此基础上进行了协整分析、格兰杰因果检验分析其长期均衡关系、并用脉冲响应和方差分解对系统进行了动态分析。结果表明：民航运输对国民经济存在长期均衡关系，民航运输对国民经济的发展起到了推动作用。但是航线里程、货运等发展相对滞后。建议从调整航材进出口政策、航油放开和优化航线等方面促进民航业发展，进而推动国民经济发展。

关键词：民航运输业；协整；格兰杰因果检验；脉冲响应
中图分类号：F561　**文献标识码：**A　**文章编号：**1001-9952(2009)08-0069-10

一、问题的提出

民航运输业在国民经济中一直承担着重要的角色，高效而有竞争力的民航运输业对国民经济的发展具有重要的作用。新中国成立以来，我国民航运输业发展迅速，如图 1 所示，民航运输发展和国民经济指标 GDP 之间存在正相关关系。改革开放以来，民航业的发展迅速，其增长速度约为同期国民经济增长速度的 2 倍，1996－2005 年，国际航空运输对世界总 GDP 的弹性系数为 1.3，而同期我国 GDP 年均增长 9.1％，民航运输总周转量年均增长 13.8％，民航运输对 GDP 的弹性系数为 1.52。我国民航运输的快速增长通过旅游商务等对整个国民经济的增长也起到了刺激和推动作用。与其他行业相比，民航运输业具有自然垄断和公益性特点，这使得政府在制定民航产业政策的时候要考虑其特殊的产业情况，研究国民经济和民航运输经济的相关关系以判断民航运输的产业发展阶段，并据此制定产业政策。

国内不少学者对于民航运输和国民经济发展的关系进行了研究。叶舟等（2005）选取 1952－2002 年间的数据，运用协整理论对国民经济增长和民航发展的关系进行了实证研究；李艳华、赵黎明（2007）从运输产业内部以

收稿日期：2009-05-27
作者简介：刘兰娟（1960－），女，上海人，上海财经大学信息管理与工程学院教授，博士生导师；
董万好（1975－），男，安徽肥西人，上海财经大学信息管理与工程学院博士生。

及比较国内外的民航运输产业的角度分析了中国民航所处的产业阶段;韩悦臻、尚春青(2008)等用主成分分析等方法对公路和水路的交通运输方式与经济发展进行了关联分析。刘秉镰、赵金涛(2005)按照区域对中国交通运输与区域经济发展因果关系进行了实证研究。林航飞、罗宇龙(2008)分析了公路货运对上海经济的影响关系。从以上文献可看出,国内学者大多从整个交通运输产业的角度或者限定于一个地区分析民航的发展与国民经济的关系,在研究手段研究方法上或者缺少量化或者选取的数据指标相对单一,数据量较少。因此,对民航运输和国民经济的关系有进一步深入研究的必要。

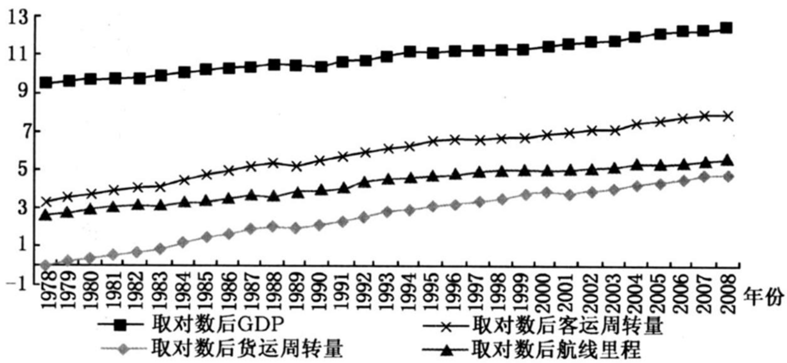

图1　取对数后的GDP和民航运输指标的比较

二、本文研究思路与数据准备

1. 研究思路

本文选取1978－2008年间的民航运输指标和GDP数据,建立VAR模型,在对指标变量进行单位根检验其平稳性的基础上用协整理论研究二者的长期均衡关系,对指标变量之间的长期均衡关系进行格兰杰因果检验(Granger Causality Test)以确定指标变量之间的关系,用脉冲响应函数和方差分解来分析各变量对国民经济的影响程度以及其对自身内部指标的影响情况,进而分析民航运输业的产业发展情况,并给出产业发展政策建议。

2. 民航运输和国民经济指标选取及数据说明

描述民航运输情况的指标有机场数量、运输飞机的数量、航线、航线里程、运输周转量、通用飞行时间等。本文综合考虑指标意义及其民航发展的表征作用,选取了航线里程,客运周转量和货运周转量三个指标。

航线里程指民航运输定期班机飞行的航线长度的总和。航线长度按机场之间的距离计算,通常有两种计算方法:一是将每条航线长度相加称为重复计算航线里程;一是将两线或两条以上航线经过同一区段里程,只计算一次航线长度称为不重复计算航线里程。一般常用的是后者,它能确切反映民航运输

网的规模，是表明民航事业为国民经济服务和方便人民生活程度的主要指标。航线里程的单位为万公里。

旅客运输周转量指一定时期内运送的旅客运输人数和运输里程的乘积的总和，它能较好地反映旅客运输的整体情况，单位为亿人公里。

货运周转量指一定时期内运输部门实际运送的货物吨数和它的运输距离的乘积的总和。它是反映货运整体情况的重要指标，单位为亿吨公里。

国民经济发展的指标选取国内生产总值 GDP，同时选取商品零售价格指数修正名义 GDP，得到排除物价变动因素的实际国内生产总值序列，修正方法是将 2005 年的商品零售价格指数定基为 100，2005 年定基修正的实际 GDP 数据如表 1 所示。

表 1　1978—2008 年间民航运输和 GDP 数据

年度	客运周转量（亿人公里）	货运周转量（亿吨公里）	航线里程（万公里）	实际 GDP（亿元）
1978	27.91	0.97	14.89	13 082
1979	34.99	1.23	16.00	14 479
1980	39.56	1.41	19.53	15 883
1981	50.16	1.70	21.82	16 124
1982	59.51	1.98	23.27	17 136
1983	58.96	2.29	22.91	18 836
1985	116.72	4.15	27.72	27 296
1986	146.31	4.81	32.43	28 592
1987	182.05	6.50	38.91	31 656
1988	216.95	7.30	37.38	36 803
1989	186.79	6.90	47.19	35 082
1990	230.48	8.20	50.68	32 718
1991	301.32	10.10	55.91	37 390
1992	406.12	13.42	83.66	44 914
1993	477.60	16.61	96.08	55 924
1994	551.58	18.59	104.56	67 389
1995	681.30	22.30	112.90	69 844
1996	747.84	24.93	116.65	71 231
1997	773.52	29.10	142.50	74 489
1998	800.24	33.45	150.58	78 978
1999	857.30	42.30	152.22	86 154
2000	970.50	50.30	150.29	98 265
2001	1 091.40	43.70	155.36	110 260
2002	1 268.70	51.60	163.77	121 972
2003	1 263.20	57.90	174.95	139 486
2004	1 782.30	71.80	204.94	164 355
2005	2 044.90	78.90	199.85	183 217
2006	2 370.70	94.30	211.35	209 825
2007	2 792.00	116.00	234.30	242 799
2008	2 865.56	117.70	262.44	290 966

样本区间选择 1978－2008 年的年度数据。1978－2007 年的数据来自国家统计局网站，2008 年的国民生产总值来自国家统计局网站，客运周转量和货运周转量来自民航局网站，航线里程根据民航局网站公开的新增航线公告并查询中航信 ETERM 系统后计算得到。

国民生产总值、客运周转量、货运周转量、航线里程分别用变量 GDP、KY、HY、LCH 表示，对四个指标数据取对数，可以消除异方差并保持其波动性，分别用 LnGDP，LnKY，LnHY，LnLCH 表示。本文用 Eviews5.0 进行数据分析和处理。

三、GDP 和民航运输指标 VAR 模型及其建立

1980 年 Sims 提出的向量自回归模型(Vector Auto Regressive Model，VAR)采用多方程联立的形式，把系统中每一个内生变量作为系统中所有内生变量的滞后值的函数来构造模型。VAR 模型是处理多个相关经济指标的分析和预测的重要的模型，可以在 VAR 模型的基础上进行协整分析，也可用于预测相互联系的时间序列系统及分析随机扰动对变量系统的动态冲击，从而解释各种经济冲击对经济变量形成的影响。VAR 有很多特点：模型不以严格的经济理论为依据；模型所解释变量中不包括任何当期变量；模型对参数不施加零约束；模型预测方便、准确；可做格兰杰检验、脉冲响应分析、方差分析。VAR 模型在经济问题分析中得到了充分的运用。

我们选取的经济系统模型中包括 GDP 和 3 个民航运输指标，分析民航运输指标和 GDP 之间的关系，以及民航运输指标内部之间的动态关系，非常适合用 VAR 模型进行分析处理。

含有 N 个变量滞后 k 期的 VAR 模型表示如下：

$$Y_t = c + \Pi_1 Y_{t-1} + \Pi_2 Y_{t-2} + L + \Pi_k Y_{t-k} + U_t, \quad U_t \sim IID(0, \Omega) \tag{1}$$

其中，$Y_t = (y_{1,t} \quad y_{2,t} \quad L \quad y_{N,t})'$，$c = (c_1 \quad c_2 \quad L \quad c_N)'$。

$$\Pi_j = \begin{bmatrix} \pi_{11.j} & \pi_{12.j} & L & \pi_{1N.j} \\ \pi_{21.j} & \pi_{22.j} & L & \pi_{2N.j} \\ M & M & O & M \\ \pi_{N1.j} & \pi_{N2.j} & L & \pi_{NN.J} \end{bmatrix}, j = 1, 2, \cdots k$$

$$U_t = (u_{1t} \quad u_{2t} \quad L \quad u_{Nt})$$

在 Eviews 中，首先构造滞后阶数为 3 的 VAR 模型，然后应用滞后长度准则来确定滞后期为多少阶的最为合理，反复测试选择滞后阶数为 1 的 VAR 模型较为合理，如表 2 所示的 5 个评价统计量中有 5 个认为 1 阶合理，单位根表和单位根图也显示，全部根的倒数都在单位圆内，即建立 VAR(1)模型。

表 2　VAR 模型滞后期检验评价标准

Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	1.51E+01	NA	5.48E−06	−7.63E−01	−5.74E−01	−7.04E−01
1	1.38E+02	203.6248*	3.46e−09*	−8.143989*	−7.201026*	−7.848665*
2	1.50E+02	1.69E+01	4.82E−09	−7.88E+00	−6.19E+00	−7.35E+00

注:* 表示根据准则确定的滞后阶数。

这里建立的 VAR 模型,是进行后续的协整分析和脉冲响应分析以及方差分解分析的基础。

四、民航运输和国民经济的协整检验及分析

1. 数据平稳性检验

为防止伪回归的产生,在进行协整之前,必须检验序列的平稳性。数据平稳性检验的方法有 ADF(Augmented Dickey-fuller test)检验,DFGLS(Dickey-fuller test with GLS)检验,PP(Phillips-Perron)检验,KPSS(Kwiatkowski,Phillips,Schnidt,Shin)检验等方法。这里选取 ADF 检验法。

在进行 ADF 单位根检验前,确定是否具有截距和时间趋势项非常重要,一般采用经验观察法,如果呈现无规则上升或下降并反复,可选择无截距且无时间趋势的检验形式,如果呈现明显的随时间递增或递减的趋势,且趋势线并不太陡,可选只含有截距的检验形式,如果数据图形随时间快速增长,可选既有截距又有时间趋势项的检验形式,然后还需要进一步检验截距和(或)时间趋势项的显著性。①

观察两个变量序列的曲线图,单位根检验选择为包含时间趋势和常数项,滞后期的确定依据 SIC 准则,检验结果如表 3 所示。

表 3　变量的 ADF 单位根检验结果

变量	ADF 检验−t 检验值	1%水平下临界值	5%水平下临界值	结论
LnGDP	−3.244714	−4.309824	−3.574244	不平稳
ΔlnGDP	−4.370177	−4.356068	−3.595026	平稳
LnKY	−1.703574	−4.296729	−3.568379	不平稳
ΔLnKY	−5.087046	−4.309824	−3.574244	平稳
LnHY	−1.629225	−4.296729	−3.568379	不平稳
ΔLnHY	−5.295716	−4.309824	−3.574244	平稳
LnLCH	−1.235336	−4.296729	−3.568379	不平稳
ΔLnLCH	−5.589627	−4.309824	−3.574244	平稳

注:* Δ 表示 1 阶差分算子。

由 ADF 单位根检验结果可以看出,LnGDP、LnKY、LnHY 和 LnLCH 都是一阶单整的,符合协整检验的前提条件。

2. 协整检验、协整方程和分析

协整性是对非平稳经济变量长期均衡关系的统计描述。非平稳时间变量

间存在的长期的稳定的均衡关系称为协整关系(Engle Robert 和 Granger,1987)。

协整定义:若 $x_t=(x_{1t},x_{2t},\cdots,x_{nt})'$为 N×1 阶列向量,其中每一个元素表示一个时间序列。如果:

(1)x_t 每个分量的单整阶数都是 d,$x_{jt}\sim I(d)$,j=1,2,…,N。

(2)存在一个 N×1 阶列向量 $\beta=(\beta_1,\beta_2,\cdots,\beta_n)'$,($\beta\neq0$),使得 $\beta' x_t\sim I(d-b)$则称 x_{1t},x_{2t},L x_{nt}存在 (d,b) 阶协整关系,用 $x_t\sim CI(d,b)$表示。β 称为协整向量,β 的元素称为协整参数。

如果 x_t 所含元素大于 2,即 N>2,则协整向量个数有可能多于一个。如果存在 r(r≤N−1)个相互独立的协整向量,于是组成一个 N×r 阶矩阵,β 的秩是 r,则称 β 为协整矩阵,r 是协整矩阵的秩。

协整检验的方法有 Engle-Granger 两步法和 Johansen 法,前者适合对两变量的模型进行协整检验,后者适合在多变量的 VAR 模型中进行协整检验。本文采用 Johansen 法。在由以上建立的 VAR(1)模型基础上进行协整检验,选取的滞后阶数为 1,采用的无截距和趋势项的检验方式,协整检验的结果如表 4 所示。

表 4　协整检验结果

零假设(协整向量数目)	特征值	迹统计量	迹统计量 5%水平下临界值	最大特征值统计量	最大特征值 5%水平下临界值
r=0	0.575685	42.41749	40.17493	24.86111	24.15921
r≤1	0.270852	17.55638	24.27596	9.160494	17.79730

迹检验和最大特征根检验都显示在 0.05 的水平上有一个协整存在。

根据检验给出的协整系数如表 5 所示。

表 5　标准化的协整系数(括号中为标准差)

LnGDP	LnHY	LnKY	LnLCH
1.000000	2.96806	−4.26431	1.243333
	(−0.21194)	(−0.74355)	(−0.93838)

也即协整方程式是:

$$LnGDP=-2.968060*LnHY+4.264305*LnKY-1.243333*LnLCH \tag{2}$$

从协整方程可以看出,国民经济和民航运输之间存在一个长期的均衡关系。由于数据进行了对数化处理,因此各变量前的参数即为各自的产出弹性。

五、民航运输和国民经济之间关系的格兰杰非因果性检验

以上的协整分析可以看出民航运输和 GDP 之间有一个长期的均衡关系,还需要分析民航运输指标和 GDP 之间变化的因果关系,格兰杰提出一个判断

因果关系的检验方法,即格兰杰因果检验。

格兰杰非因果性:如果由 y_t 和 x_t 滞后值所决定的 y_t 的条件分布与仅由 y_t 滞后值所决定的条件分布相同,即:

$$f(y_t \mid y_{t-1}, L, x_{t-1}, L) = (y_t \mid y_{t-1}, L) \tag{3}$$

则称 x_{t-1} 对 y_t 存在格兰杰非因果性。格兰杰非因果性可以理解成当其他条件不变,若加上 x_t 的滞后变量后对 y_t 的预测精度不存在显著性改善,则称 x_{t-1} 对 y_t 存在格兰杰非因果性关系(Granger,1969)。

取 2 阶格兰杰因果检验,检验结果如表 6 所示。

表 6　格兰杰因果检验结果

原假设	F-统计值	P 值
LnHY 不是 LnGDP 的格兰杰原因	3.26058	0.05589
LnGDP 不是 LnHY 的格兰杰原因	0.11619	0.8908
LnKY 不是 LnGDP 的格兰杰原因	0.73033	0.49215
LnGDP 不是 LnKY 的格兰杰原因	0.25121	0.77988
LnLCH 不是 LnGDP 的格兰杰原因	0.34558	0.71127
LnGDP 不是 LnLCH 的格兰杰原因	0.4614	0.63588
LnLCH 不是 LnHY 的格兰杰原因	0.76768	0.47515
LnHY 不是 LnLCH 的格兰杰原因	0.86282	0.43465
LnLCH 不是 LnKY 的格兰杰原因	0.3171	0.73126
LnKY 不是 LnLCH 的格兰杰原因	2.29786	0.12216

由此可以看出,在 6%的水平上,民航货运周转量是 GDP 的格兰杰原因,这说明民航运输的发展对国民经济的增长起到了很大的作用。

在目前的情况下,大力发展航空货运对于民航发展具有重要意义,从民航内部的市场结构来看,航空客运在企业和市场需求的大力推动下,取得了很大的发展,但是航空货运相对来说发展的速度慢了,从国外的经验来看,民航运输发展到一定的程度,航空货运都非常发达,这也是民航强国的重要标志。随着我国经济规模的进一步扩大,对于航空货运也将提出新的要求,从客观上要求民航运输行业大力发展航空货运。

航空客运等对于国民经济的推动作用不明显,反映出民航内部有其原因。近期,民航飞行员的罢飞、大型民航国企的巨额亏损、自然灾害以及奥运等条件下民航行业无偿地负起巨大的社会责任、企业内部的粗放型管理等等,这些都约束了民航的发展。民航行业内部还有很大的潜力可以挖掘。从体制上来说,飞机航材进口关税改革、航油垄断的解禁、新设航空公司的批准、航权的适度放开、飞行员的培养和转会制度的改革、对航空企业的直接注资等政策都可以促进民航运输业的产业振兴。在航空企业内部,提高公司管理水平、优化航线、降低飞行成本等都可以促进企业本身和行业的大力发展。

六、对VAR系统的脉冲响应分析和方差分解

脉冲响应函数刻画的是在扰动项上加一个标准大小的冲击对于内生变量当前值和未来值所带来的影响。对一个变量的冲击直接影响这个变量，并且通过VAR模型的动态结构传导给其他所有的内生变量。用航线里程的标准大小冲击响应看其对航空货运和航空客运的影响，分析航空运输的内部经济结构。

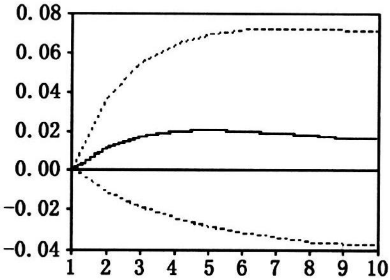

图2 客运周转量对航线里程冲击的响应图

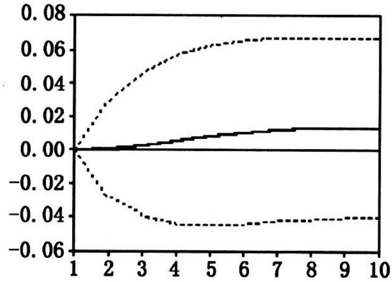

图3 货运周转量对航线里程冲击的响应图

图2、图3分别是货运周转量，客运周转量对由航线里程的脉冲引起的响应图。图中横轴表示滞后期，纵轴表示航线里程，实线表示脉冲响应函数，虚线表示正负两倍标准差偏离带。从两个变量对由航线正向脉冲冲击的响应可以看出，航线里程的变动在第2期开始即对货运周转量产生了较大的冲击响应，并且一直延续很长时间，对客运周转量的影响在第5期的时候才比较明显，但是其延续时间也很长，由此可以看出，增加航线里程对于提高民航运输效率具有重要的经济意义。拓宽航线里程，尤其是支线里程能较快地促进民航和国民经济的大力发展。目前，中国民航支线飞机只占全部的飞机数量的8%，整个市场的份额只有3%左右，支线机场的利用率不高，可以开拓的空间还很大，各地政府也在给予大力支持，但是由于支线航空公司的审批、空域流量、缺少自主知识产权的飞机等原因，发展得还不够。

方差分解是将由单位冲击引起的变量的均方误差(Mean Square Error)分解成各变量冲击所作的贡献，其做法是通过将一个变量的均方误差分解成系统中各变量的随机冲击所作的贡献，然后计算出每一个变量冲击的相对重要性，即变量冲击的贡献占总贡献的比例。

方差分解图如图4、图5所示，分别是客运周转量，货运周转量的冲击对GDP变动的贡献率，不考虑GDP自身的贡献率，两个变量在VAR系统中对于GDP变动的贡献率分别约占28%、22%。这也同样说明改变民航客运和货运对经济的增长作用较大。

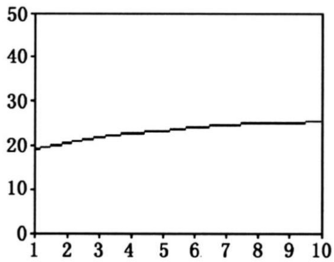

图 4　客运周转量冲击对 GDP 的贡献率

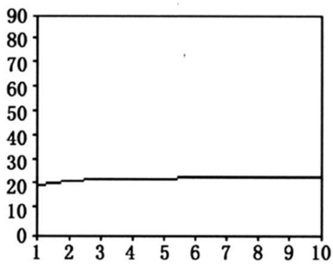

图 5　航线里程冲击对 GDP 的贡献率

七、结　论

通过以上实证分析结果，我们总结得出如下结论：

(1)数据协整分析得出结论，民航运输和国民经济发展存在一个长期的均衡关系。发展航空货运和在现有航线基础上提高运输效率对于发展民航强国具有重要意义。

(2)Granger 因果检验可以看出，民航运输的发展对国民经济的发展起到了推动作用，数据显示，民航发展的速度比国民经济发展的速度要大近 2 倍，结合本文后面的脉冲响应分析可以看出，民航内部的经济发展存在结构不合理的问题，航线、航材、航油、飞行员培养等制度都制约了民航的发展，实现我国民航强国的目标还有很长的路要走。建议从调整民航产业政策和提升民航企业内部的管理水平、降低成本等多方面促进企业和行业的发展，进而推动国民经济的发展。

(3)从脉冲响应和方差分解分析中也可以看出，调整航线可以有力地促进客运和货运的发展。建议大力发展支线航空，促进民航运输业发展。

注释：

①本经验观察法参考王少平编著的《宏观计量的若干前沿理论与应用》，南开大学出版社 2003 年版，第 45 页所述方法。

参考文献：

[1]叶舟，李忠民，李晓峰．中国民航发展与国民经济增长关系的实证研究[J]．天津理工大学学报，2005，21(10)：81－84.

[2]李艳华，赵黎明.我国民航产业阶段及特征的理论与实证研究[J].西安电子科技大学学报(社会科学版)，2007，17(1)：74－81.

[3]韩悦臻，尚春青.交通运输与经济发展关联性分析[J].公路，2008，(9)：345－349.

[4]刘秉镰，赵金涛.中国交通运输与区域经济发展因果关系的实证研究[J].中国软科学，2005，(6)：101－106.

[5]林航飞，罗宇龙.上海市公路货运量与经济增长关系的协整分析[J].同济大学学报(自然科学版)，2008，36(10)：1378－1383.

[6]国家统计局网站,http://www.stats.gov.cn.

[7]中国民航局网站,http://www.caac.gov.cn.

[8]Engle Robert F, C W J Granger. Co-integration and error-correction, representation, estimation and testing[J].Econometrica,1987,55:251－276.

[9]Johansen Soren, Katarina Juselius. Maximum likelihood estimation and inferences on co-integration with application to the demand for money[J].Oxford Bulletin of Economics and Statistics,1990,52:169－210.

[10]Johansen Soren. Estimation and hypothesis testing of co-integration vectors in gaussian vector autoregressive models[J].Econometrica,1991,59:1551－1580.

[11]Johansen Soren. Statistical analysis of co-integration vectors[J]. Journal of Economic Dynamics and Control, 1988.12(2－3):231－254.

[12]Granger C W J. Investigating causal relations by econometric models and cross-spectral methods[J]. Econometrica,1969.37:424－438.

Empirical Analysis on the Relationship between Civil Aviation Transportation Industry and GDP in China Based on VAR Model

LIU Lan-juan, DONG Wan-hao

(*School of Information Management and Engineering*, *Shanghai University of Finance and Economics*, *Shanghai* 200433, *China*)

Abstract: Based on the civil aviation transportation index and GDP data from 1978 to 2008, the paper develops a VAR model and analyzes the long-term equilibrium relation of the industrial development of civil aviation transportation industry through co-integration test and Granger causality test. It makes dynamic analysis by using impulse response analysis and the variance decomposition, and the results show that there is a long term equilibrium between national economy and the civil aviation transportation industry. The civil aviation transportation industry can promote the growth of national economy. But the development such as the mileage of air route and air freight is lagged. It provides some suggestion about promoting civil aviation industry such as the adjustment of air material import and export policy, the relaxation of air oil management and the optimization of air routes.

Key words: civil aviation transportation industry; co-integration; Granger causality test; impulse response function

(责任编辑　周一叶)