

---

# 港航物流产业与港口城市协同发展

## 实证研究——以宁波为例<sup>1</sup>

赵亚鹏 陈珮

(宁波工程学院经济与管理学院, 浙江 宁波 315211)

**【摘要】**在深入分析了港航物流产业与港口城市之间的协同发展机制基础上,以宁波港口城市为例,采用灰色关联度实证研究测度了港航物流产业与港口城市协同发展关联度,在此基础上,进一步运用 VAR 模型构建了港航物流产业与港口城市协同发展效应模型,并以宁波港口城市为例,对宁波港航物流产业与港口城市协同发展效应进行了实证研究,研究结果显示:宁波港口城市协同发展有待进一步提升,港口发展绿色转型紧迫,宁波港航物流产业与港口城市协同发展仍然较弱。因此,伴随着港口发展绿色转型,港航物流服务功能提升、港航物流产业升级和港口城市服务功能、国际化水平提高,宁波港航物流产业和港口城市协同发展提升还有较大的空间和潜力。

**【关键词】**港航物流产业;港口城市;协同发展;效应

### 1. 引言

在经济新常态下,充分发挥港航物流产业在区域经济转型发展中的重要作用,推动港航物流产业与城市经济协同发展,以港航物流产业发展促进城市经济发展、以城市经济发展带动港航物流产业升级与提升,是港口城市可持续发展、转型发展的有效途径。为此,宁波市第十三次党代会提出“‘十三五’期建设港口经济圈与宁波都市圈互动融合发展,制造业创新中心、经贸合作交流中心、港航物流服务中心地位凸显的国际港口名城”。为此,在理论回顾、借鉴与国内外文献研究梳理及研究动态分析基础上,结合开放经济的现实环境,采用 VAR 模型和灰色关联理论和方法相结合,实证研究港航物流产业与城市空间协同发展,进而揭示港航物流产业与城市协同发展机制与效应。

### 2. 港航物流产业与城市协同发展机制

港航物流产业是港口城市发展的核心战略资源,依托港航物流产业,服务、带动港口城市产业集群发展,提升港口城市功能、竞争力和国际化水平,促进港口城市快速发展,同时,港口城市的发展又能为港航物流产业发展及转型升级提供动力源和保障。港航物流产业和港口城市协同发展机制具体如图 1 所示。

---

<sup>1</sup>基金项目:浙江省高校重大人文社科攻关计划项目[2018QN053]

第一作者:赵亚鹏,男,博士,副教授,主要研究方向为港航经济、港口物流,E-mail:ypzh2009@163.com。

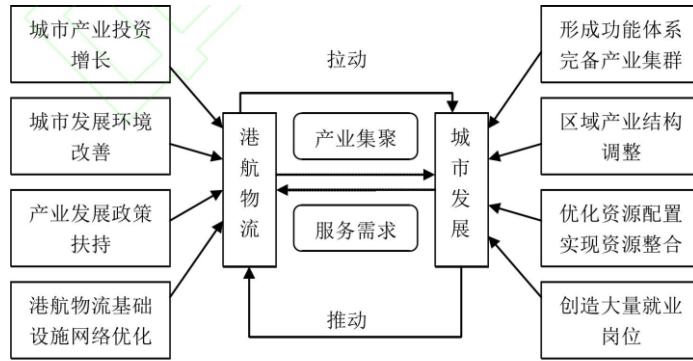


图1 港航物流产业与港口城市协同发展机制

### 3. 研究方法

#### (1) 灰色关联法<sup>[2]</sup>

本研究运用灰色关联理论和方法来构建宁波港航物流产业和城市协同发展测度模型。首先，在灰色关联度分析时，采用均值化进行数据的无量纲化处理。

$$x_i(k) = \frac{X_i(k)}{\frac{1}{n} \sum X_i(k)}$$

关联程度实际上是几组数据组成的曲线间的差别程度，用曲线间差的大小衡量关联程度。参考数列为  $y_0$ ，比较数列分别为  $X_1, X_2, \dots, X_n$ ，各比较数列与参考数列在各个时刻（即曲线中的各点）的关联系数 $\xi_i(k)$ 可由下列公式算出：

$$\xi_i(k) = \frac{\min_i \min_k |y(k) - x_i(k)| + \rho \max_i \max_k |y(k) - x_i(k)|}{|y(k) - x_i(k)| + \rho \max_i \max_k |y(k) - x_i(k)|}$$

其中参考数列比较数列  $X_1, X_2, \dots, X_n$ ,  $\rho$  为分辨系数，一般在  $0 \sim 1$  之间，这里取 0.5。

#### (2) VAR 模型<sup>[3]</sup>

向量自回归模型简称 VAR 模型，是一种常用的计量经济模型，克里斯托弗·西姆斯于 1980 年提出。VAR 模型是用模型中所有当期变量对所有变量的若干滞后变量进行回归。VAR 模型用来估计联合内生变量的动态关系，而不带有任何事先约束条件。向量自回归 (VAR) 是基于数据的统计性质建立模型，VAR 模型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，从而将单变量自回归模型推广到由多元时间序列变量组成的“向量”自回归模型。这里 VAR 模型选取 GDP 作为经济指标，港口货物吞吐量作为港航物流发展指标 (TTL)。

### 4. 港航物流产业与港口城市协同发展测度实证研究

## 4.1 指标选取及数据处理

港航物流产业与港口城市是个复合系统，借助灰色关联模型来测算港航物流产业与城市协同发展的关联度，选取一组能反映港航物流产业发展与城市发展指标作为参考数列和比较数列，具体指标如下：港口货物吞吐量、生产总值、进出口总额、工业总产值、外商直接投资、固定资产投资额、社会消费品零售额。数据均来源于 2001 年-2018 年宁波市统计年鉴。对原始数据进行无量纲化，结果详见表 1 所示。进一步求绝对差值序列和最大最小差，得出的绝对差值矩阵详见表 2 所示。

## 4.2 港航物流产业与港口城市协同发展测度

### (一) 数据收集及处理

数据来源宁波统计年鉴 2001-2018 年，经处理后的数据见表 1。

表 1 宁波港航物流产业与港口城市协同发展测度无量纲化处理数据表

序号	港口货物吞吐量 $Y_1$	GDP $X_1$	进出口总额 $X_2$	工业生产总值 $X_3$	外商直接投资 $X_4$	固定资产投资 (亿元) $X_5$	货运量 (万吨) $X_6$	社会消费品零售总额 (万元) $X_7$
1	0.3609	0.2992	0.1384	0.3144	0.2756	0.2116	0.4565	0.2992
2	0.4017	0.3342	0.1632	0.3398	0.3875	0.2758	0.4761	0.3183
3	0.4812	0.3799	0.2253	0.3889	0.5526	0.3527	0.5244	0.3557
4	0.5795	0.4572	0.3453	0.4610	0.7654	0.4346	0.5873	0.4008
5	0.7059	0.5514	0.4793	0.5586	0.9320	0.6022	0.6762	0.5124
6	0.8401	0.6397	0.6149	0.6439	1.0240	0.7441	0.7453	0.5857
7	0.9679	0.7513	0.7749	0.7682	1.0769	0.8288	0.9383	0.6824
8	1.0788	0.8935	1.0372	0.9261	1.1102	0.8719	1.0280	0.8031
9	1.1309	1.0315	1.2453	1.0643	1.1247	0.9448	1.1607	0.9632
10	1.1996	1.1329	1.1163	1.1418	0.9773	1.0912	1.2248	1.1024
11	1.2881	1.3542	1.5219	1.3917	1.0296	1.1936	1.2892	1.3100
12	1.3545	1.5878	1.8024	1.6111	1.2449	1.3992	1.3177	1.5516
13	1.4158	1.7254	1.7728	1.6841	1.2641	1.7018	1.3762	1.7901
14	1.5499	1.8726	1.8417	1.7848	1.4513	2.0077	1.4941	2.0256
15	1.6452	1.9891	1.9211	1.9214	1.7838	2.3400	1.7050	2.2995

### (二) 关联度计算及排序

由表 2 可知，二级最大差为 0.2345，二级最小差为 0.0056，即

$$\min_i \min_k |y(k) - x_i(k)| = 0.0056, \quad \max_i \max_k |y(k) - x_i(k)| = 0.2345$$

代入公式，可得表 3。求表 3 中各矩阵的均值，可得到各比较数列与参考数列的关联度大小，即

$$\xi_1: \xi_2: \xi_3: \xi_4: \xi_5: \xi_6: \xi_7 = 0.6954: 0.6226: 0.7153: 0.7555: 0.6795: 0.8922: 0.6461$$

通过比较关联度数值可知，数列  $x_6$  与  $y_0$  数列的关联程度最大，达到 0.8922，数列  $x_2$  与  $y_0$  的关联度最小。

表 2 灰色关联度二级差计算表

K	ABS Y-X <sub>1</sub>	ABS Y-X <sub>2</sub>	ABS Y-X <sub>3</sub>	ABS Y-X <sub>4</sub>	ABS Y-X <sub>5</sub>	ABS Y-X <sub>6</sub>	ABS Y-X <sub>7</sub>
1	0.0617	0.2225	0.0464	0.0853	0.149281	0.095635	0.061694
2	0.0674	0.2384	0.0619	0.0141	0.125822	0.074429	0.083352
3	0.1014	0.2559	0.0923	0.0714	0.12856	0.043215	0.125505
4	0.1223	0.2342	0.1186	0.1859	0.144939	0.007796	0.178706
5	0.1545	0.2265	0.1473	0.2262	0.103707	0.029653	0.193436
6	0.2004	0.2253	0.1962	0.1839	0.096047	0.094768	0.254365
7	0.2166	0.1930	0.1997	0.1091	0.139083	0.029528	0.285449

8	0.1853	0.0417	0.1527	0.0314	0.206898	0.05081	0.275696
9	0.0994	0.1145	0.0666	0.0062	0.186042	0.029846	0.167716
10	0.0667	0.0833	0.0579	0.2223	0.108407	0.025202	0.097252
11	0.0660	0.2337	0.1036	0.2585	0.094539	0.001047	0.021818
12	0.2334	0.4479	0.2567	0.1095	0.044733	0.036772	0.197088
13	0.3096	0.3569	0.2682	0.1517	0.285962	0.039614	0.374256
14	0.3227	0.2918	0.2349	0.0986	0.457818	0.055812	0.475728
15	0.3440	0.2759	0.2762	0.1386	0.694811	0.059787	0.654281

表 3 灰色关联系数计算表

K	$\delta_1$	$\delta_2$	$\delta_3$	$\delta_4$	$\delta_5$	$\delta_6$	$\delta_7$
1	0.8517	0.6115	0.8847	0.8053	0.7016	0.7865	0.8518
2	0.8400	0.5948	0.8514	0.9638	0.7363	0.8260	0.8089
3	0.7765	0.5775	0.7924	0.8321	0.7321	0.8920	0.7368
4	0.7418	0.5991	0.7478	0.6534	0.7077	0.9810	0.6623
5	0.6942	0.6071	0.7043	0.6075	0.7724	0.9241	0.6443
6	0.6360	0.6085	0.6410	0.6558	0.7858	0.7880	0.5790
7	0.6179	0.6448	0.6370	0.7633	0.7163	0.9244	0.5506
8	0.6541	0.8956	0.6967	0.9200	0.6286	0.8750	0.5592
9	0.7800	0.7544	0.8417	0.9854	0.6532	0.9237	0.6764
10	0.8414	0.8090	0.8598	0.6116	0.7645	0.9352	0.7836

11	0.8428	0.5996	0.7726	0.5751	0.7885	1.0000	0.9437
12	0.6000	0.4381	0.5768	0.7626	0.8886	0.9070	0.6400
13	0.5304	0.4947	0.5660	0.6981	0.5502	0.9003	0.4828
14	0.5200	0.5451	0.5984	0.7812	0.4327	0.8642	0.4233
15	0.5040	0.5591	0.5588	0.7170	0.3343	0.8557	0.3479
关联度	0.6954	0.6226	0.7153	0.7555	0.6795	0.8922	0.6461
关联序	4	7	3	2	5	1	6

### (三)结果分析

可以看出宁波市生产总值(GDP)、进出口总额、工业总产值、外商直接投资、固定资产投资额、货运量、社会消费品零售额和宁波港航物流之间的关联序分别为 4、7、3、2、5、1、6,说明虽然宁波港口已经是世界大港,但是宁波港航物流产业与城市没有很好地协同发展,港航物流与城市经济融合发展不够紧密,港航物流对宁波城市经济发展的驱动作用不够突出,港航物流产业本身产业链拉动效应不够明显。具体如下:

(1) 货运量与港航物流的关联度最大。宁波港航物流经济腹地辽阔,通过发达的港航物流网络连接海陆两端,进行资源的运输。因此,港航物流的发展与交通运输产业息息相关。

(2) 宁波市工业总产值以及固定资产投资和港航物流之间的关联度分别为 0.7153、0.6795,可见,工业总产值与港航物流具有紧密的关系。换句话说,工业与港航物流产业发展存在密切关系。

(3) 宁波市进出口总额以及外商直接投资和港航物流的关联度分别为 0.6226、0.7555,宁波市 GDP 与港航物流之间的关联度为 0.6954,这三项主要经济指标中,外商直接投资与港航物流的关联更为突出,说明一个地区的经济外向度对港航物流起着极为重要的作用。

## 5. 港航物流产业与城市协同发展效应实证研究

在上述研究的基础上,选取 GDP 作为经济指标,港口货物吞吐量作为港航物流发展指标(TTL),进一步采用 EViews6.0 运用 VAR 模型测算 1981—2017 年港航物流产业与城市协同发展的时空效应。

### 5.1 平稳性检验

对数据 GDP 和 TTL 做对数处理,建立新序列(series)作为操作对象,相应地把经对数处理后的数据命名为 GDPL 和 TTLLo

对各变量进行单位根检验,以确定其平稳性,结果见表 4,单位根检验结果表明,序列 TTL 和 GDPL 都是单阶单整序列,可以进行协整检验和格兰杰因果关系检验。

表 4 VAR 模型平稳性单位根检验结果表

变量	1%临界值	5%临界值	10%临界值	t 统计值	p 值	平稳性
GDPL	-3.639	-2.951	-2.614	-1.262	0.636	非平稳

$\Delta$ GDPL	-3.639	-2.951	-2.614	-2.952	0.050	平稳
$\Delta\Delta$ GDPL	-3.639	-2.951	-2.614	-5.689	0.000	平稳
TLL	-3.639	-2.951	-2.614	2.017	0.279	非平稳
$\Delta$ TLL	-3.632	-2.948	-2.613	-3.539	0.01	平稳
$\Delta\Delta$ TLL	-3.639	-2.951	-2.614	-6.711	0.000	平稳

## 5.2 协整检验

检验结果见图 2 所示，协整检验结果显示，残差序列  $\{e\}$  不存在单位根，因此协整关系成立，不存在伪回归问题，表明在 5% 的显著性水平下，变量之间存在着一致的关系。

Hypothesized No. of CE(s)	Eigenvalue	Max-Eigen Statistic	0.05 Critical Value	Prob.**
None *	0.575376	27.40966	14.26460	0.0003
At most 1 *	0.187953	6.662316	3.841466	0.0098

Max-eigenvalue test indicates 2 cointegrating eqn(s) at the 0.05 level  
 \* denotes rejection of the hypothesis at the 0.05 level  
 \*\*Mackinnon-Haug-Michelis (1999) p-values

图 2 VAR 模型 johansen 协整检验

## 5.3 格兰杰因果检验

进一步进行格兰杰因果检验，见图 3 所示，检验结果表明，GDPL 不是 TLL 的格兰杰原因，TLL 是 GDP 的格兰杰原因。

Dependent variable: GDPL			
Excluded	Chi-sq	df	Prob.
TLL	7.891614	3	0.0483
All	7.891614	3	0.0483
Dependent variable: TLL			
Excluded	Chi-sq	df	Prob.
GDPL	5.907682	3	0.1162
All	5.907682	3	0.1162

图 3 VAR 模型格兰杰因果检验图

## 5.4 脉冲响应分析

图 4 中 a、b 图分别表示城市经济发展对港航物流推动效应的脉冲响应图与港航物流对城市经济发展拉动效应的脉冲响应图。a 图表示给城市经济发展一个残差的冲击，港航物流在水平轴上方先上升后下降接着平稳波动，b 图表示给港航物流一个残差的冲击，城市经济快速上升后趋于稳定。脉冲响应图表明，城市经济与港航物流之间存在着长期的相互影响、相互促进的稳定关系，城市经济的发展对港航物流的快速增长起着不太明显的推动作用，而港航物流的增加则对城市经济的发展起着很明显的拉动作用。

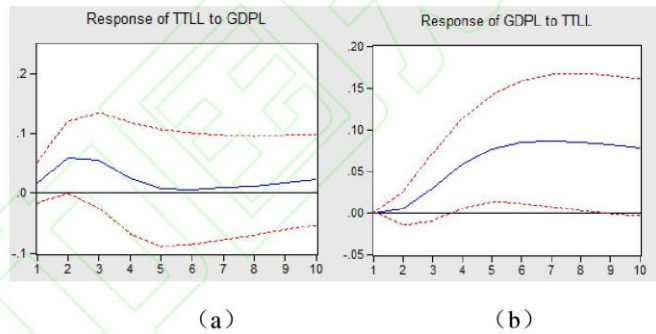


图 4 VAR 模型脉冲响应图

## 5.5 方差分解

图 5 中 a 图为港航物流对产业、城市发展效应的方差分解图，b 图为产业、城市发展对港航物流发展效应的方差分解图。图 5 方差分解结果表明，腹地经济发展对港航物流存在着不太明显的推动作用，港航物流的发展则对城市经济增长有着很明显的拉动作用。宁波城市经济发展对港航物流的贡献度达到 10%左右，而宁波港航物流对腹地经济发展的贡献度达到 50%。

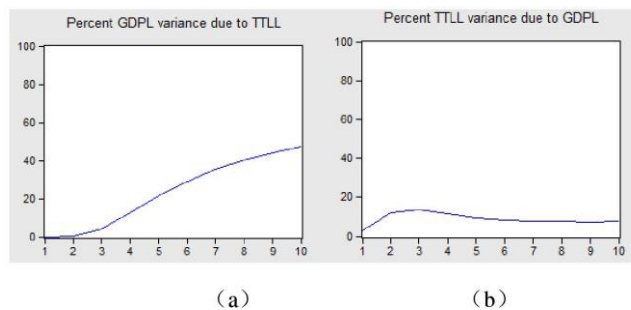


图 5 VAR 模型方差分解图

## 6. 结论及对策建议

### 6.1 结论

依托开放型经济和港口优势，宁波港航物流带动相关产业(石化等重化工业、交通运输装备制造业等制造业以及物流、仓储、贸易、金融等相关服务业)发展、集聚，提升城市功能，提高城市国际化水平和竞争力，相关产业发展、集聚又极大地促进了宁波港航物流发展，从相关指标看二者存在着较紧密的相关性。但是，与世界典型的国际强港相比，宁波港航物流较偏重于硬件能力的开发建设，城市与港航物流的协同发展较弱，港航物流发展大而不强，港航物流服务现代化水平不高，增值服务发展明显不足，港航物流产业和城市协同发展仍然存在较大差距。

---

## 6.2 对策建议

### 1、加快促进港航物流功能转型、着力推进港航物流产业高端化、多元化的增值服务

(1) 强化多式联运港航物流体系建设。优化港口资源配置，统筹陆海发展，不断优化资源配置，提高港口基础设施运营效率，大力发展海铁联运和河海联运业务，加快发展内河航运，充分发挥内河航运优势，着力消除多式联运发展中的障碍。

(2) 加快推进港航物流服务体系构建，积极服务构建国内国际双循环相互促进的新发展格局。依托大宗货物的集聚、临港产业的集聚、专业市场的集聚发展商贸，在积极巩固、拓展国际市场同时，大力发展进口商品交易市场，大力拓展国内市场；吸引国际行业协会、会展商在宁波开展商品交易，打造国际贸易交易中心，依托浙江产业发展交易，依托产业，服务产业、提升产业，以商贸物流带动宁波港航物流服务业发展，提高宁波舟山港航物流综合服务能级。

### 2、加快现代港航物流服务业发展集聚，提升辐射力

(1) 提升现代服务业开放与发展水平，推动区域服务业特色化发展。推进物流、区域金融中心、总部经济、进口商品交易市场、互联网经济、服务贸易等现代服务业发展，进一步扩大服务业开放的广度与深度，推动服务业特色化、差异化发展，推动服务业规模化、高端化、专业化、国际化发展，提升现代服务业发展水平，建成主导产业突出、服务功能强、辐射范围广的区域服务业中心。

(2) 建设港航物流服务平台，大力发展港航服务业。建设高效率的航运服务平台，保障港口的快速运作，包括口岸通关、航运服务、中介服务、金融服务与法律咨询服务等。大力发展作为港口货物重要保障的港口物流业，包括港口保税物流、仓储物流、航运物流信息服务、航运物流供应商和客户一体化服务与协作等。搭建港口公共服务平台，提升港口整体物流服务水平，提高港口物流的服务质量和运作效率，整合港口各服务环节间的功能。

## 参考文献

[1] 国务院发展研究中心资环所课题组. 港口产业集群化的国际经验及启示[J]. 中国发展观察. 2017, (21):58-61.

[2] 邹颖, 郭世平. 基于灰色关联分析的高等数学教学质量评价[J]. 合肥师范学院学报, 2009(6):16-20.

[3] 张丹丹. 中、美、欧股指波动的关联性及其股指波动冲击因素的国际比较[D]. 天津: 天津财经大学, 2013.