

我国航空物流效率评价及其影响因素分析

李国栋(副教授), 尚刘冰

【摘要】提高航空物流效率既是促进我国航空物流企业控制成本、提升运营品质的重要手段,也是提高我国航空物流行业运行效率及国际竞争力的重要保障,因此科学评估我国航空物流效率并客观甄别其关键要素是辨析我国航空物流发展规律、促进航空物流效率提升的重要前提。利用三阶段DEA模型对我国2012~2016年航空物流效率进行纵向和横向对比分析,发现我国超出2/3省市的航空物流效率处于规模报酬递增阶段,但仍存在显著的区域不均衡问题,华北、华东、华中、东北、西南、西北、华南地区的航空物流效率呈现出由高到低的区域差异特征。进一步通过Tobit面板回归模型对航空物流效率的影响因素进行实证分析,结果表明,相较于航空物流市场化水平、外贸水平等要素,地区经济发展水平和产业结构对我国航空物流效率是更为关键的约束要素。

【关键词】航空物流效率; 三阶段DEA模型; 区域不均衡; 地区经济发展水平; 产业结构

【中图分类号】F560.8 **【文献标识码】**A **【文章编号】**1004-0994(2019)15-0139-8

一、引言

民航业是我国经济社会发展的重要战略性产业,以航空运输为核心的交通运输体系突破了时间、空间上的局限性,实现了高效率的跨区域转运与输送,有助于世界范围内各种生产要素的快速流通,为促进全球生产分工与资源配置提供了有力保障。特别是随着经济、贸易的全球化,国际间贸易量持续攀升,航空物流产业的发展空间不断扩大。

然而,长期以来我国航空物流产业的发展一直得不到应有的重视,航空运输企业“重客轻货、货随客走”的现象较为突出,且机场建设及其配套保障等也均以优先保障旅客运输为前提,从而导致我国航空物流产业的发展长期处于“高成本、低效率”的状态。2018年5月《民航局关于促进航空物流业发展的指导意见》中明确提出,要找到制约航空物流效率提升的影响因素,从而促进航空物流提质增效发展。2018年12月《新时代民航强国建设行动纲要》中也提出实施航空物流“效率工程”,通过不断提高安检

和通关效率,促进航空物流加快发展。因此,对于我国航空物流产业而言,提升航空物流效率,实现规模经济,不仅是实现经济结构转型、航空物流企业升级的有效途径,而且关系到新时代中国民航强国的战略进程。

基于以上现实情况与政策基础,探究我国航空物流产业发展规律,科学辨析我国航空物流效率现状,并找准制约我国航空物流效率提升的关键因素,对于促进我国航空物流产业的持续健康发展、提升航空物流企业的运营品质具有重要意义。因此,本文首先基于国内外相关研究成果,选取我国航空物流产业投入产出相关变量,并运用三阶段DEA模型与Tobit模型,分析我国航空物流产业运营效率,辨析制约航空物流效率提升的关键因素,以期为指导我国航空物流产业效率的提升提供参考。

二、国内外研究现状

目前,国内外学者针对航空物流效率的研究仍较为匮乏。Gerald Reiner等^[1]采用DEA方法,利用

【基金项目】中央高校基本科研业务费项目(中国民航大学专项资助)“中国民航高质量发展评价理论与实证研究”(项目编号:3122018C041)

五年面板数据对 14 家获得认证的韩国物流供应商的业务效率和生产效率进行检验,其静态和动态分析结果表明,Pantos Logistics 和 Hyundai Glovis 两家公司运营业务效率最高,而 Hanjin Transportation 公司则是物流运营最稳定的公司。Markovits-Somogyi 等^[2]使用新的 DEA-PC(成对比较)方法测试了 29 个欧洲国家的物流效率,同时还与使用原始 DEA 方法获得的结果进行了比较。此外,他们还根据物流绩效指标(LPI)对结果进行了评估,这是一项对各国物流能力的重大国际调查。Zahran 等^[3]使用数据包络分析(DEA)法评估和分析了港口物流在创收方面的效率,在 DEA 第二阶段,探讨了效率与港口规模之间的关系。Halvor、Clemet^[4]使用 DEA 方法考察了丹麦、芬兰、冰岛、挪威、瑞典和英国等六国集装箱港口效率,并在第二阶段回归分析中解释了国家特定背景因素对 DEA 效率分数的影响。国内学者樊敏^[5]则将研究焦点集中于区域物流运作效率评价方面,在对我国八大经济区域物流的运作效率进行测算时考虑了环境噪声、随机因素的影响。张旭^[6]针对广东省生鲜冷链物流的效率开展了研究,并建立了三阶段 DEA 模型,对 2012~2015 年广东省 22 个市的冷链生鲜农产品物流效率进行了评价。汪晶晶^[7]针对湖南省快递效率开展了实证研究,结果表明经过第三阶段的改进,湖南省及其地市的快递技术效率与规模效率要高于第一阶段的效率值,并认为需要加大投入力度,提升快递物流效率。

在对物流效率进行评价的基础上,国内外部分学者就如何辨析物流效率影响因素以促进物流效率提升展开了相关研究。McDonald^[8]研究了在审查数据生成过程(DGP)和分数据 DGP 的背景下的第二阶段 DEA 效率分析,其中效率分数被视为样本中单位相对性能的描述性度量。Wanke 等^[9]重点介绍了巴西第三方物流(3PL)行业,通过运用两阶段 DEA 模型来确定哪些变量显著影响第三方物流企业的规模效率,并基于 Tobit 模型分析了影响第三方物流的规模效率的背景变量,结果表明角色协调在物流绩效中发挥着重要作用,并讨论了托运人和第三方物流的管理影响。Wai 等^[10]在采用三阶段 DEA 模型评估新加坡和马来西亚物流公司效率的基础上,使用 Tobit 模型探索了影响物流绩效的因素,并针对性地提出促进物流效率提升的对策和建议。倪志敏、高秀丽^[11]在运用 Tobit 模型对影响广东省港口物流效率影响因素剖析的基础上,指出经济水平、经济开放程

度、物流市场份额等因素对广东省港口物流效率的影响相对较小,而地理位置、多种运输方式联运程度与港口物流效率正相关。戴万亮、董智玮^[12]在基于 Tobit 模型对我国各省域物流效率影响因素评价之后认为,市场开放程度、地方政府政策支持力度、高层次人才数量与物流效率有着密不可分的联系。

综观已有的研究成果可以发现:一是相较于区域物流效率、港口等其他交通运输方式物流效率的评价,国内学者对于航空物流效率评价的相关研究相对较少,而提升航空物流效率作为民航强国战略的重要内容之一,加强对航空物流效率评价及其影响因素研究就显得尤为重要。二是在航空物流效率评价方法的选择上,当前大多数采用 DEA 方法来测算物流效率值的研究集中在第一阶段与第二阶段上,对于第三阶段的应用并不常见,但从精确度来判断,由于排除了环境噪声的干扰,三阶段的 DEA 方法要比两阶段、一阶段更加准确。因此,本文将选择 2012~2016 年我国 31 个省市航空物流方面的投入与产出数据,采用三阶段 DEA 模型对我国航空物流效率进行评价,并进一步通过 Tobit 模型对我国航空物流效率的影响因素进行辨析,以期为促进我国航空物流效率的提升并推动民航强国战略落地提供参考和依据。

三、实证设计

本文选择三阶段 DEA 模型以减少环境噪声对效率值的影响,从而能够更加精确地测算出我国 31 个省市的航空物流效率值,使数据更加真实可靠。

1. 三阶段 DEA 模型。DEA 模型是著名运筹学家 Charnes 和 Copper 等学者以“相对效率”概念为基础而研究的。他们的第一个模型被命名为插入 CCR 模型。DEA 模型最突出的特点就是无需设置任何权重,排除了很多主观因素,具有很强的客观性。

(1)第一阶段:传统 DEA 模型初始效率分析。在第一阶段,本文使用原始投入与产出数据评估初始有效性。通常情况下,选用投入导向的 BCC(规模报酬可变)模型。对于任意决策单元,投入导向下对偶形式的 BCC 模型表示如下:

$$\begin{aligned} & \min \theta - \varepsilon(e^T S^- + e^T S^+) \\ & \text{s.t.} \begin{cases} \sum_{j=1}^n X_j \lambda_j + S^- = \theta X_0 \\ \sum_{j=1}^n Y_j \lambda_j - S^+ = Y_0 \\ \lambda_j \geq 0, S^-, S^+ \geq 0 \end{cases} \end{aligned}$$

其中： $j=1, 2, \dots, n$ 表示决策单元； X, Y 分别表示投入、产出向量。若 $\theta=1, S^+=S^-=0$ ，则决策单元DEA有效；若 $\theta=1, S^+\neq 0$ 或 $S^-\neq 0$ ，则决策单元弱DEA有效；若 $\theta<1$ ，则决策单元非DEA有效。

(2)第二阶段：SFA回归剔除了环境因素和统计噪声。Fried等^[13]认为，管理无效率、环境因素、噪声统计这三大要素会对所有决策单元的绩效准确度造成影响，因此有必要分离这三种影响。

SFA回归函数(以投入角度)为：

$$S_{ni}=f(Z_i, \beta_n)+v_{ni}+\mu_{ni}(i=1, 2, \dots, I; n=1, 2, \dots, N)$$

其中： S_{ni} 是第*i*个决策单元第*n*项投入的松弛值； Z_i 是环境变量； β_n 是环境变量的系数； $v_{ni}+\mu_{ni}$ 是混合误差项； v_{ni} 表示随机干扰； μ_{ni} 表示管理无效率。其中 $v \sim N(0, \sigma_v^2)$ 是随机误差项，表示随机干扰因素对投入松弛变量的影响； μ 是管理无效率，表示管理因素对投入松弛变量的影响。

分离管理无效率公式如下：

$$E(\mu|\varepsilon)=\sigma^* \left[\frac{\phi(\lambda \frac{\varepsilon}{\sigma})}{\Phi(\frac{\lambda \varepsilon}{\sigma})} + \frac{\lambda \varepsilon}{\sigma} \right]$$

$$\text{其中，} \sigma^* = \frac{\sigma_\mu \sigma_v}{\sigma}, \sigma = \sqrt{\sigma_\mu^2 + \sigma_v^2}, \lambda = \sigma_\mu / \sigma_v。$$

随机误差项 μ 的计算公式如下：

$$E[v_{ni}|(v_{ni}+\mu_{ni})]=S_{ni}-f(Z_i, \beta_n)-E[\mu_{ni}|(v_{ni}+\mu_{ni})]$$

(3)第三阶段：调整后的投入产出变量的DEA效率分析。调整公式如下：

$$X_{ni}^A = X_{ni} + \{ \max[f(Z_i, \hat{\beta}_n)] - f(Z_i, \hat{\beta}_n) \} + [\max(v_{ni}) - v_{ni}] \quad (i=1, 2, \dots, I; n=1, 2, \dots, N)$$

其中： X_{ni}^A 是调整后的投入； X_{ni} 是调整前的投入； $\max[f(Z_i, \hat{\beta}_n)] - f(Z_i, \hat{\beta}_n)$ 是对外部环境因素进行调整； $\max(v_{ni}) - v_{ni}$ 是将所有决策单元置于相同运气水平之下。

2. Tobit模型。为了克服最小二乘法回归估计的有偏性和非一致性，本文运用Tobit回归模型来估计各影响因素对航空物流效率的影响。Tobit回归模型可以表示为：

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{1j} + \beta_2 X_{2j} + \dots + \beta_j X_{ij} + \mu$$

其中： Y_i 为航空物流效率； β_0 为常数； $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_j$ 为回归系数； i 为统计年份($i=2012, 2013, \dots, 2016$)； X_{ij} 为各影响因素变量； μ 为误差项。

四、数据来源与研究变量选取

1. 样本数据来源。本文研究我国航空物流效率的数据主要来源于《中国统计年鉴》、《中国交通运输

统计年鉴》、《中国物流年鉴》、各省市地方政府统计年鉴、国民经济和社会发展统计公报、全国机场生产统计公报等。

2. 航空物流效率评价变量选取。通过总结现有涉及航空物流效率的投入产出变量，结合航空物流产业的特点，本文最终选取的投入变量为航空运输业固定资产投资、飞机起降架次、民航业从业人数、教育投资，产出变量为货邮吞吐量、民航货运量、航空物流收入。

根据变量选取基本原则以及DEA指标选取同向性、相关性的特点，对上述选出的7个变量进行Pearson相关性检验，检验结果见表1。

表1 我国航空物流投入产出变量 Pearson相关性检验结果

变量	货邮吞吐量	民航货运量	航空物流收入
航空运输业 固定资产投资	0.937*	0.959**	0.798
飞机起降架次	0.995**	0.989**	0.927*
民航从业人数	0.932*	0.910*	0.930*
教育投资	0.991**	0.999**	0.881*

注：***、**、*分别表示Pearson相关系数通过了1%、5%、10%水平的显著性检验。

上述检验结果表明各个变量之间具有正相关性，相关系数表明变量之间的相关程度在中等以上，符合DEA指标选取标准，变量有效可用。

3. 航空物流效率影响因素变量选取。依据Tobit模型的基本特点以及我国航空物流产业的发展现状，选择2012~2016年我国31个省市的航空物流效率作为被解释变量(Y)，将各地区经济发展水平(X1)、航空物流市场化水平(X2)、外贸水平(X3)、产业结构(X4)作为影响航空物流效率的解释变量(X)。

五、实证分析

1. DEA第一阶段效率分析。通过DEAP 2.1软件对我国2012~2016年31个省市的航空物流效率水平进行投入角度的分析，选用规模报酬可变模型，具体结果见表2。

根据表2可以发现：①2012~2016年，2013年的综合技术效率均值、纯技术效率均值、规模效率均值最高，分别为0.783、0.821、0.955。②从规模报酬来看，北京、河北、上海、河南、西藏连续5年均处于效率有效的前沿面，航空物流投入与产出效率稳健。③广东、江苏、山东在2012~2016年的规模报酬整体上呈递减趋势，表明这3个省份的投资规模超出了生产规模，导致出现持续规模报酬递减的情况。

表 2

2012~2016年我国各省市 DEA 第一阶段效率值

地区	省市	综合技术效率					纯技术效率					规模效率				
		2012	2013	2014	2015	2016	2012	2013	2014	2015	2016	2012	2013	2014	2015	2016
华北	北京	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
	天津	0.691	0.800	0.700	0.679	0.740	0.757	0.821	0.748	0.785	0.854	0.913	0.975	0.936	0.865	0.867
	河北	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
	山西	0.561	0.754	0.740	0.806	0.774	0.597	0.779	0.792	0.920	0.917	0.940	0.968	0.934	0.877	0.844
	内蒙古	0.867	1.000	1.000	0.965	0.994	0.892	1.000	1.000	0.990	1.000	0.972	1.000	1.000	0.975	0.994
东北	辽宁	0.677	0.656	0.652	0.940	0.965	0.680	0.665	0.658	0.966	1.000	0.996	0.986	0.992	0.973	0.965
	吉林	0.516	0.626	0.522	0.468	0.513	0.606	0.699	0.601	0.634	0.639	0.851	0.896	0.869	0.738	0.802
	黑龙江	0.679	0.772	0.697	0.601	0.587	0.723	0.800	0.750	0.707	0.704	0.939	0.965	0.930	0.850	0.835
华东	上海	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
	江苏	1.000	1.000	0.958	0.954	0.967	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.958	0.954	0.967
	浙江	0.720	1.000	0.922	1.000	1.000	0.804	1.000	0.954	1.000	1.000	0.896	1.000	0.967	1.000	1.000
	安徽	0.692	0.677	0.670	0.592	0.564	0.748	0.713	0.678	0.658	0.611	0.925	0.949	0.988	0.900	0.922
	福建	0.643	0.766	0.690	0.808	0.910	0.662	0.770	0.710	0.830	0.913	0.973	0.995	0.972	0.973	0.996
	江西	0.950	0.956	0.845	0.935	0.921	0.959	1.000	0.906	0.955	0.984	0.991	0.956	0.932	0.979	0.936
	山东	0.911	0.965	0.839	0.775	0.769	1.000	1.000	0.839	0.839	0.965	0.911	0.965	1.000	0.924	0.797
华中	河南	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
	湖北	0.544	0.560	0.596	0.636	0.705	0.564	0.566	0.602	0.643	0.711	0.965	0.989	0.991	0.989	0.992
	湖南	0.590	0.728	0.696	0.643	0.516	0.593	0.735	0.718	0.682	0.562	0.995	0.991	0.969	0.943	0.919
华南	广东	0.712	0.909	0.570	0.602	0.619	0.829	1.000	0.749	1.000	1.000	0.860	0.909	0.761	0.602	0.619
	广西	0.406	0.695	0.514	0.507	0.570	0.437	0.696	0.548	0.578	0.578	0.928	0.998	0.938	0.877	0.986
	海南	0.413	0.939	0.489	0.474	0.424	0.975	1.000	0.804	0.899	0.956	0.423	0.939	0.608	0.527	0.444
西南	重庆	0.524	0.773	0.681	0.714	1.000	0.534	0.780	0.696	0.722	1.000	0.980	0.990	0.978	0.990	1.000
	四川	0.621	0.479	0.376	0.410	0.471	0.780	0.480	0.384	0.427	0.474	0.796	0.999	0.978	0.960	0.995
	贵州	0.564	0.586	0.509	0.557	0.565	0.607	0.587	0.549	0.608	0.610	0.929	0.998	0.927	0.916	0.926
	云南	0.590	0.711	0.502	0.559	0.610	0.737	0.842	0.648	0.715	0.751	0.801	0.844	0.775	0.783	0.812
	西藏	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
西北	陕西	0.472	0.490	0.538	0.450	0.559	0.485	0.499	0.576	0.502	0.582	0.973	0.981	0.935	0.896	0.960
	甘肃	0.643	0.691	0.513	0.674	0.536	0.696	0.695	0.521	0.703	0.561	0.925	0.994	0.984	0.959	0.954
	青海	0.565	0.385	0.256	0.283	0.309	0.812	0.835	0.832	0.921	0.926	0.697	0.462	0.308	0.308	0.333
	宁夏	0.955	0.879	0.675	0.569	0.549	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.955	0.879	0.675	0.569	0.549
	新疆	0.410	0.468	0.447	0.416	0.447	0.462	0.482	0.495	0.508	0.609	0.888	0.971	0.903	0.818	0.734
平均值		0.707	0.783	0.697	0.710	0.729	0.772	0.821	0.766	0.813	0.836	0.917	0.955	0.910	0.876	0.876

④除广东、江苏、山东之外,其余的29个省市均处于规模报酬递增阶段,航空物流市场有待扩大规模以获取更高的效益。

由于在第一阶段的效率分析中未考虑环境因素与随机误差的影响,因此,测算出的效率可能会与最终的真实效率有所偏差。

2. DEA 第二阶段 SFA 分析。在第二阶段中,重点关注第一阶段投入变量的松弛变量,借助 SFA 回归,将其分解成环境、管理无效率、统计噪声三大因

素,调整各省市的投入冗余。使用 Frontier 4.1 软件,通过最大似然法计算出回归系数,结果见表 3。

根据表 3 的结果可知,航空运输业固定投资、飞机起降架次、民航从业人数、教育投资等 4 个投入要素对地区生产总值、第三产业占 GDP 比重、进出口总额 3 个环境要素的单边检验值均大于自由度为 3 的广义似然比检验临界值 7.045。因此,该检验存在管理无效率,说明采用随机前沿模型(SFA 模型)比较合理。

表3 我国航空物流效率投入项调整系数

	航空运输业 固定资产投资	飞机起降 架次	民航从业 人数	教育投资
常数项	-125.959	-3.49E+04	-1132.448	1.07E+05
地区生产总值	124.112	1.08E+05	-2.71E+03	1.60E+06
第三产业 占GDP比重	39.380	-19679.14	944.366	-3.07E+05
进出口总额	-281.333	-119063.91	5316.020	-9.84E+05
δ^2	5.55E+05	1.35E+10	5.17E+07	2.51E+13
γ	0.938	0.887	0.661	0.302
Log函数值	-1075.033	-1903.155	-1533.203	-2592.097
LR单边检验	201.024	123.437	46.839	7.267

根据 $\sigma^2 = \sigma_u^2 + \sigma_v^2, \gamma = \frac{\sigma_u^2}{\sigma_u^2 + \sigma_v^2}$, 航空运输业

固定资产投资、飞机起降架次、民航从业人数、教育投资的均值分别为0.938、0.887、0.661、0.302,说明航空运输业固定资产投资、飞机起降架次受环境因素的影响较大,教育投资则受随机因素的影响较大。

3. DEA第三阶段调整分析。运用调整后的投入产出变量再次测算各决策单元的效率,此时的效率已剔除环境因素和随机因素的影响,因而能更真实和准确地反映客观规律。剔除环境因素后我国各省市效率值的分布情况见表4,第三阶段效率值见表5。

表4 剔除环境因素后我国各省市效率值分布情况

效率值 区间	2012年			2014年			2016年		
	综合 技术 效率	纯技 术效 率	规模 效率	综合 技术 效率	纯技 术效 率	规模 效率	综合 技术 效率	纯技 术效 率	规模 效率
0.2~0.4	2	0	0	3	0	2	3	0	3
0.4~0.6	11	0	5	15	1	11	13	1	3
0.6~0.8	9	11	9	6	4	8	3	10	7
0.8~1.0	3	11	11	2	15	5	7	8	13
1.0	6	10	6	6	11	6	5	13	5

(1)总体分析。根据表4可知,各项效率值在各区间范围内的分布情况比较稳定。可以看出在我国31个省市中,2012年、2014年、2016年的综合技术效率值集中在0.4~0.6的区间范围内的省市数量分别达到11个、15个和13个,处于生产随机前沿面的省市数量分别为6个、6个和5个,这表明在当前阶段,我国航空物流效率整体上处于较低水平。虽然在2016年,北京、河北、河南、重庆、上海处于生产技术前沿面,现有航空物流投入能实现最大的规模效益,但大部分省市仍处于效率无效面,且效率值多处于

0.4~0.6的效率区间。这表明,当前在我国航空物流产业中应首先通过壮大航空物流产业规模以提升规模效率,从而实现综合技术效率的提升,进而推动我国航空物流效率的整体提升。

由表5可知,从整体上看,剔除环境因素后,我国航空物流的综合技术效率平均值、纯技术效率平均值、规模效率平均值分别从2012年的0.686、0.853和0.799调整为2016年的0.681、0.878和0.778,由此可见2016年我国航空物流的综合技术效率平均值、规模效率平均值均有所下降,而纯技术效率平均值有所上升,规模效率对综合技术效率的影响超出了技术效率。因此,要想提升我国航空物流综合技术效率,首先应从规模效率入手。

此外,在剔除环境因素之后,结合上述分析,发现现阶段我国各省市航空物流综合技术效率整体较低,其主要原因是各省市航空物流规模效率整体偏低。进一步地从规模效率阶段来看,2012~2016年分别有21个、22个、24个、23个和23个省市处于规模报酬递增阶段,表明这些省市的航空物流市场仍处于不饱和状态,因此,可以通过加大航空物流方面的投入来带动航空货运量、货邮吞吐量等产出要素值的增加。

(2)区域对比分析。从表5中我国七大地理区域对比结果来看,2012~2016年,华北地区、华东地区在综合技术效率平均值、纯技术效率平均值、规模效率平均值上始终处于优势地位,显著高于其他五大地区。而自2013年以后,华中地区的综合技术效率平均值、规模效率平均值开始高于全国平均水平,特别是其规模效率平均值在2015年、2016年连续两年排名全国第一,但其纯技术效率平均值在2012~2016年始始终落后于全国平均水平,甚至居于末位,这表明华中地区航空物流效率瓶颈问题更多地集中在纯技术效率方面。因此,对于华中地区而言,后续如何提高航空物流管理水平、改进航空物流技术将成为促进航空物流效率提升的关键。研究表明,东北地区与华中地区也存在类似现象。

与华中地区形成鲜明对比的是,2013年以后华南地区的纯技术效率平均值远高于规模效率平均值,表明其综合技术效率主要受限于规模效率,意味着华南地区后续应更多地通过扩大航空物流规模来促进规模效率的提升,进而推动综合技术效率的提升。西北地区与华南地区也存在类似现象。

西南地区的纯技术效率平均值、规模效率平均

表 5

2012~2016年我国各省市DEA第三阶段效率值

地区	省市	综合技术效率					纯技术效率					规模效率				
		2012	2013	2014	2015	2016	2012	2013	2014	2015	2016	2012	2013	2014	2015	2016
华北	北京	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
	天津	0.635	0.711	0.584	0.584	0.584	0.843	0.834	0.876	0.830	0.784	0.753	0.853	0.666	0.704	0.745
	河北	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
	山西	0.561	0.710	0.564	0.690	0.629	0.757	0.825	0.885	0.914	0.849	0.740	0.860	0.637	0.756	0.740
	内蒙古	0.866	1.000	1.000	0.961	0.947	0.901	1.000	1.000	1.000	1.000	0.962	1.000	1.000	0.961	0.947
	平均值	0.812	0.884	0.830	0.847	0.832	0.900	0.932	0.952	0.949	0.927	0.891	0.943	0.861	0.884	0.886
东北	辽宁	0.712	0.670	0.671	0.943	0.902	0.800	0.695	0.742	1.000	0.978	0.890	0.965	0.904	0.943	0.922
	吉林	0.461	0.587	0.436	0.467	0.462	0.863	0.896	0.906	0.852	0.800	0.533	0.655	0.482	0.548	0.578
	黑龙江	0.567	0.699	0.508	0.550	0.579	0.854	0.904	0.873	0.797	0.774	0.664	0.773	0.582	0.689	0.749
	平均值	0.580	0.652	0.538	0.653	0.648	0.839	0.832	0.840	0.883	0.851	0.696	0.798	0.656	0.727	0.750
华东	上海	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
	江苏	1.000	1.000	1.000	0.883	0.897	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.883	0.897
	浙江	0.797	1.000	0.818	1.000	0.952	0.804	1.000	1.000	1.000	0.956	0.990	1.000	0.818	1.000	0.996
	安徽	0.625	0.666	0.514	0.581	0.558	0.942	0.876	0.933	0.961	0.924	0.664	0.760	0.551	0.604	0.604
	福建	0.643	0.767	0.699	0.805	0.856	0.745	0.817	0.804	0.834	0.875	0.864	0.938	0.870	0.966	0.978
	江西	1.000	0.906	0.612	0.888	0.885	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.906	0.612	0.888	0.885
	山东	0.946	1.000	0.868	0.794	0.802	1.000	1.000	0.871	0.856	0.984	0.946	1.000	0.997	0.927	0.815
	平均值	0.859	0.906	0.787	0.850	0.850	0.927	0.956	0.944	0.950	0.963	0.923	0.943	0.835	0.895	0.882
华中	河南	0.841	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.841	1.000	1.000	1.000	1.000
	湖北	0.544	0.568	0.529	0.665	0.694	0.610	0.651	0.783	0.714	0.754	0.892	0.873	0.675	0.931	0.921
	湖南	0.570	0.742	0.641	0.655	0.521	0.664	0.780	0.811	0.735	0.647	0.859	0.951	0.791	0.891	0.806
	平均值	0.652	0.770	0.723	0.773	0.738	0.758	0.810	0.865	0.816	0.800	0.864	0.941	0.822	0.941	0.909
华南	广东	0.752	0.912	0.625	0.612	0.631	0.829	1.000	0.788	1.000	1.000	0.908	0.912	0.793	0.612	0.631
	广西	0.406	0.678	0.453	0.503	0.594	0.638	0.820	0.810	0.649	0.682	0.636	0.827	0.559	0.775	0.871
	海南	0.412	0.939	0.467	0.474	0.366	0.945	1.000	0.872	0.920	1.000	0.436	0.939	0.535	0.516	0.366
	平均值	0.523	0.843	0.515	0.530	0.530	0.804	0.940	0.823	0.856	0.894	0.660	0.893	0.629	0.634	0.623
西南	重庆	0.527	0.764	0.500	0.709	1.000	0.628	0.856	0.874	0.757	1.000	0.838	0.892	0.571	0.937	1.000
	四川	0.747	0.497	0.401	0.412	0.488	0.780	0.528	0.489	0.446	0.509	0.959	0.941	0.820	0.924	0.959
	贵州	0.564	0.543	0.509	0.556	0.555	0.730	0.661	0.830	0.653	0.655	0.773	0.821	0.614	0.851	0.846
	云南	0.350	0.639	0.502	0.516	0.571	0.826	0.894	0.871	0.862	0.873	0.424	0.715	0.577	0.599	0.654
	西藏	1.000	0.481	0.600	0.588	0.586	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.481	0.600	0.588	0.586
	平均值	0.638	0.585	0.502	0.556	0.640	0.793	0.788	0.813	0.744	0.807	0.799	0.770	0.636	0.780	0.809
西北	陕西	0.452	0.496	0.453	0.455	0.558	0.644	0.611	0.824	0.587	0.677	0.702	0.812	0.550	0.774	0.824
	甘肃	0.620	0.484	0.262	0.624	0.431	0.892	1.000	0.918	0.831	0.706	0.695	0.484	0.286	0.750	0.610
	青海	0.741	0.309	0.224	0.239	0.249	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.741	0.309	0.224	0.239	0.249
	宁夏	0.544	0.542	0.507	0.542	0.353	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.544	0.542	0.507	0.542	0.353
	新疆	0.388	0.449	0.355	0.409	0.448	0.756	0.662	0.790	0.620	0.776	0.513	0.678	0.449	0.660	0.578
	平均值	0.549	0.456	0.360	0.454	0.408	0.858	0.855	0.906	0.808	0.832	0.639	0.565	0.403	0.593	0.523
平均值	0.686	0.734	0.623	0.681	0.681	0.853	0.881	0.889	0.865	0.878	0.799	0.835	0.699	0.789	0.778	

表 6

剔除环境因素后各地区规模报酬阶段分布情况

地区、年份 规模 报酬阶段	华北		东北		华东		华中		华南		西南		西北	
	2012	2016	2012	2016	2012	2016	2012	2016	2012	2016	2012	2016	2012	2016
递增阶段	3	3	3	3	2	1	3	2	2	2	3	4	5	5
不变阶段	2	2	0	0	3	4	0	1	0	0	1	1	0	0
递减阶段	0	0	0	0	1	2	0	0	1	1	1	0	0	0

值均高于综合技术效率平均值,反映出在西南地区的航空物流产业发展中,物流管理并未与物流技术实现有效耦合,导致纯技术效率平均值、规模效率平均值虽然单独来看均处于较高水平,但两者的合力作用并未实现“1+1>2”的效果,从而反映出综合技术效率反而相对落后的问题。

表6显示了剔除环境因素后各地区规模报酬阶段分布情况,从整体上来看,我国31个省市的航空物流发展多处于规模报酬递增阶段。其中,东北地区、西北地区均处于规模报酬递增阶段,表明这两个地区可以通过进一步加大航空物流投入来实现规模报酬递增。华北地区、华中地区的发展态势良好,其中北京、河北、河南三省市处于规模报酬不变阶段,即航空物流的综合技术效率位于生产效率前沿面。

针对各地区存在的规模报酬递减情况,本研究为深入探究其原因进行进一步分析。研究发现,虽然西南地区的西藏在2012年处于规模报酬递减阶段,但后续由于西藏航空物流管理水平与物流生产技术水平之间的耦合问题得以解决,从而发展到规模报酬递增阶段。华东地区的江苏、山东两省因其航空物流管理水平与生产技术耦合不足问题一直较为明显,从而导致其规模报酬递减问题始终未得到有效解决。华南地区的广东省2015年和2016年的纯技术效率值均达到1.000,显示出该省航空物流产业结构整体较为合理,但2012~2016年其规模效率整体呈现出明显下滑态势,从而导致其航空物流综合技术效率整体呈现出较大幅度的下滑,这表明未来广东省应着重提高航空物流产业的规模效率,以提高其综合技术效率。

4. 航空物流效率影响因素分析。进一步地,本研究对我国航空物流效率影响因素利用Tobit模型进行实证分析,具体结果见表7。

表7的结果显示,地区经济发展水平、产业结构对我国航空物流效率有显著正向影响,并且通过了1%水平的显著性检验,表明促进地区经济稳步健康发展、实现产业结构优化升级是推动我国航空物流

表 7 我国航空物流效率影响因素Tobit回归结果

Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
X1	8.02E-06	1.41E-06	5.682	0.000***
X2	-1.55E-06	1.09E-06	-1.417	0.157
X3	-1.14E-09	1.30E-09	-0.874	0.382
X4	0.809	0.182	4.439	0.000***
C	0.187	0.081	2.295	0.022**
Error Distribution				
SCALE:C(6)	0.182	0.011	17.175	0.000
Mean dependent var	0.681	S.D. dependent var		0.219
S.E. of regression	0.182	Akaike info criterion		-0.525
Sum squared resid	4.964	Schwarz criterion		-0.407
Log likelihood	46.693	Hannan-Quinn criter.		-0.477
Avg. log likelihood	0.301			
Left censored obs	0.000	Right censored obs		0.000
Uncensored obs	155	Total obs		155

注:***、**、*分别表示Pearson相关系数通过了1%、5%、10%水平的显著性检验。

效率提升的关键和基础。进一步从Tobit模型的系数来看,地区经济发展水平和产业结构的系数虽然为正值,但相较于产业结构的系数0.809,地区经济发展水平系数显著偏小,这表明尽管地方经济总量对航空物流产业的发展有正向推动作用,但地区产业结构所体现的地方经济发展质量相对于经济发展规模对于航空物流产业的发展具有更为重要的影响。可见,与公路运输、铁路运输等以体积大、价值低的大宗货物为主要服务内容不同的是,航空物流承担的则是体积少、价值高、时效性强的高附加值产品和高端产业运输任务。因此,即便是地方经济总量庞大,但产业结构层次若是偏低,地方经济以技术含量低、环境污染高、资源消耗大、附加值低的低端产业为主要经济构成,航空物流产业将因为缺乏中高端产业而难以获取产业发展动能。因此,通过转变经济发展方式、加快推动地方产业结构由中低端向中高端迈进,不仅是提升地方经济发展质量的重要内涵,而且也是促进航空物流等生产性服务业快速发展的

有力支撑,反过来航空物流产业等高端服务业的发展也将为地方经济的发展提供新的动能,只有两者良性互动才能为地方经济的高质量发展提供保障。

此外,航空物流市场化水平、外贸水平与我国航空物流效率负相关,且均没有通过任何水平的显著性检验,反映出我国航空物流的发展速度虽然较快,对深度参与国际协作与分工、完成经济转型发挥了重要作用,但在发展质量上面临专业程度不高、运转效率较低、航空物流企业竞争力弱以及外部环境支撑不足等问题。因此,推进我国航空物流市场化水平、外贸水平与航空物流效率提升相向而行,将成为后续需着力解决的问题。

六、研究结论与展望

提高航空物流效率既是促进航空物流企业控制成本、提升运营品质的重要手段,也是提高我国航空物流企业竞争能力、运营效率的重要保障,因此,科学评估我国航空物流效率并客观甄别其关键要素将是掌握我国航空物流发展规律、促进航空物流效率提升的重要基础。本研究首先利用三阶段DEA模型对我国2012~2016年航空物流效率进行纵向和横向对比分析,发现我国超出2/3的省市航空物流效率处于规模报酬递增阶段,但仍存在显著的区域不均衡问题,华北、华东、华中、东北、西南、西北、华南地区的航空物流效率呈现出由高到低的区域差异特征。进一步地,本研究通过Tobit面板模型对航空物流效率的影响因素进行实证分析,结果表明,相较于航空物流市场化水平、外贸水平等要素,地区经济发展水平和产业结构对我国航空物流效率是更为关键的约束要素。因此,只有不断提升地方经济发展质量、持续优化产业结构,才能有效地促进航空物流产业的可持续发展。

主要参考文献:

- [1] Gerald Reiner, Christoph Teller, Herbert Kotzab. Analyzing the efficient execution of in store logistics processes in grocery retailing —The case of dairy products[J]. Production and Operations Management Society, 2013(4):924~939.
- [2] Markovits-Somogyi R., Bokor Zoltán. Assessing the logistics efficiency of European countries by using the DEA-PC methodology [J]. Transport, 2014(2):137~145.

- [3] Zahran S. Z., Alam J. B., Al-Zahrani A. H., et al.. Analysis of port authority efficiency using data envelopment analysis [J]. Maritime Economics & Logistics, 2017(3):518~537.
- [4] Halvor Schøyena, Clemet T. Bjorbæk. Measuring the contribution of logistics service delivery performance outcomes and deep-sea container liner connectivity on port efficiency [EB/OL]. <https://doi.org/10.1016/j.rtbm.2018.03.002>, 2018-04-06.
- [5] 樊敏. 中国八大经济区域物流产业运作效率分析——基于三阶段DEA模型[J]. 现代管理科学, 2010(2):48~50,71.
- [6] 张旭. 广东省生鲜农产品冷链物流发展问题研究——基于三阶段DEA模型的技术效率分析[D]. 广州:仲恺农业工程学院,2017.
- [7] 汪晶晶. 基于三阶段DEA和DEA-Malmquist法的区域快递效率研究[D]. 西安:长安大学,2017.
- [8] Mcdonald J.. Using least squares and tobit in second stage DEA efficiency analyses [J]. European Journal of Operational Research, 2009(2):792~798.
- [9] Wanke P. F., Affonso C. R.. Determinants of scale efficiency in the Brazilian 3PL industry [J]. International Journal of Production Research, 2012(9):2423~2438.
- [10] Wai Peng Wong, Keng Lin Soh, Chu Le Chong, et al.. Logistics firms performance: Efficiency and effectiveness perspectives [J]. Internal Journal of Productivity and Performance Management, 2015(5):686~701.
- [11] 倪志敏,高秀丽. 广东省港口物流效率评价及影响因素研究——基于DEA-Tobit模型的实证分析[J]. 广东海洋大学学报,2017(5):11~16.
- [12] 戴万亮,董智玮. 基于DEA-Tobit的我国省域物流效率差异比较及影响因素分析[J]. 物流科技, 2018(3):11~14.
- [13] Fried H. O., Lovell C. K., Schmidt S. S., Yaisa W. S.. Accounting for environmental effects and statistical noise in data envelopment analysis [J]. Journal of Productivity Analysis, 2002(1-2):157~174.

作者单位:中国民航大学经济与管理学院,天津300300