

“一带一路”沿线航空运输集团生产效率测度及影响因素

王 雪, 黄乾雄

(中国民用航空飞行学院 经济与管理学院, 四川 广汉 618307)

摘要:基于 2013—2019 年“一带一路”沿线航空运输集团的运营面板数据,运用考虑非期望产出的 SBM(基于松弛测度)模型和 Malmquist-Lenberger 指数对各集团生产效率及分解项进行测度,并使用 Tobit 模型探究生产效率的影响因素。结果表明:沿线生产效率水平偏低,生产效率改善由亚洲地区逐渐分散至各区域,生产效率增长主要来源于技术效率提升;运营更年轻的机队能有效改善生产效率;集团内航空运输子公司过多不利于提升生产效率;宽体机型占比对生产效率影响并不显著。最后,根据研究结果提出相关改进建议。

关键词:SBM(基于松弛测度)模型;Malmquist-Luenberger 指数;生产效率;航空运输

中图分类号:F561;F224 **文献标志码:**A **文章编号:**1671—1807(2023)17—0017—07

“一带一路”倡议旨在促进经济要素有序自由流动、资源高效配置和市场深度融合。经济要素在快速流通的同时,各国间贸易依存度势必加剧,也预示着不同国家和地区间的人口流动和货物周转将更为密切。在此大背景下,沿线交通运输网的发展将获得越来越多的关注。民航运输是交通运输体系至关重要的组成部分,地位正逐渐上升,尤其是在客运和附加值高的货物运输领域。航空运输企业作为民航运输的重要载体,对于建设“空中丝绸之路”有着不可或缺的作用。因此,研究航空运输企业的生产效率,既能为航空运输企业的经营者提供绩效评价和改善方面的参考信息,又能为相关管理机构的民用航空运输规划、投资等提供决策依据,还能促进“一带一路”沿线航空运输企业的合作交流。

丁勇和孙柏杨^[1]用 Malmquist 指数法分析对比国内三大航空公司和国际航空公司的运营效率,结果表明国内航空公司综合技术效率和纯技术效率指数总体表现较好。张蓝远等^[2]运用超效率数据包络分析(super-data envelopment analysis, Super-DEA)模型,对中国 8 家上市航空公司 2016—2019

年经济绩效进行全要素评价,并具体分析了吉祥航空的经营状况。章连标和杨倩倩^[3]考虑非期望产出影响,分析中国主要航空公司运营效率,并对效率影响因素进行分析,结果发现低成本航空公司在生产组织和运力调配等方面导致的效率变化更有优势。李玲玲等^[4]使用非期望产出的超效率松弛变量模型和标准差椭圆分析法,分析中国航空运输 2004—2019 年碳排放效率的时空分布和演变过程,结果发现中国航空碳排放总量持续增长,但航空碳排放增长率和航空碳排放强度均呈现波动下降趋势。Chen 等^[5]运用 DEA-Malmquist 指数,研究 2006—2016 年中国航空运输市场各航空公司的生产率水平,并将生产率水平分解为技术效率、纯技术效率和规模效率,结果表明中国航空业的改革促使航空公司提高追赶能力和创新能力。Tolah 等^[6]认为航空运输业的效率研究不应该仅局限于单一的航空公司,因为单一的航空公司有能力通过分享他们的市场和协调集团内部成员来最大化自身收益。Mahmoudi 和 Emrouznejad^[7]提出了一种基于博弈论的松弛测度网络数据包络分析(slack-based measure-network data envelopment analysis, SBM-

收稿日期:2023-05-25

基金项目:国家自然科学基金联合基金(U2033213);民航飞行技术与飞行安全重点实验室开放项目(FZ2021KF12);中央高校基本科研业务费资助项目(J2019-100)。

作者简介:王雪(1984—),女,四川广汉人,中国民用航空飞行学院经济与管理学院,副教授,硕士研究生导师,研究方向为民航运输规划与管理;黄乾雄(1997—),男,四川广安人,中国民用航空飞行学院经济与管理学院,硕士研究生,研究方向为民航运输规划与管理。

NDEA)模型,用于评价具有串联网络结构的决策单元(decision making unit, DMU)的绩效,研究伊朗航空公司在 2013—2020 年综合表现。Huang 等^[8]研究二氧化碳排放和航班延误对航空公司生产绩效评估时,认为投入产出指标中,与货币价值相比,物理量作为投入/产出被认为是更有利的指标,因为可用消除价格因素带来的影响,例如,劳动力费用、税收和燃料费用。

通过文献梳理发现,目前关于航空运输企业效率评价的研究大多数集中在单纯的效率评价,且研究对象单一。集中表现为:缺乏生产效率的动态研究,研究对象主要针对单一的航空公司,即航空运输集团的主要运输品牌或网络航空公司,将此类航空公司作为研究对象,可能存在不公平现象,因为该类航空公司可能会有更多的资源投入,比如将老旧机型分配给集团内部低成本子公司等^[6]。关于航空运输集团的生产效率研究甚少。

以“一带一路”沿线(以下简称沿线)国际航空运输集团为研究对象,采用基于松弛测度的 ML 指数(slack-based measure-Malmquist-Lenberger, SBM-ML)分析模型评价指标体系对生产效率进行测算,并建立 Tobit 回归模型分析生产效率的主要影响因素。

1 航空运输集团效率评价模型

1.1 研究方法

1.1.1 生产效率的测量

选择沿线 20 家具有代表性的国际航空运输集团分别作为生产决策单元,构建基于松弛变量 SBM 模型。假设每个航空运输集团的运输生产存在 N 种投入 $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\} \in \mathbf{R}_+^N$, 可生产出 Q 种期望产出 $Y = \{y_1, y_2, \dots, y_Q\} \in \mathbf{R}_+^Q$, 期望产出 L 种非期望产出 $B = \{b_1, b_2, \dots, b_L\} \in \mathbf{R}_+^L$ 。在 t 年,每个航空运输集团包含期望产出和非期望产出的环境生产技术 P_t 为

$$P_t(X) = \{(y_t, b_t) \mid x_t \text{ 可以生产 } (y_t, b_t)\}, \\ t = 1, 2, \dots, T \quad (1)$$

由于航空运输业具有明显的规模经济,因此假定规模报酬可变,则决策单元 i 在 t 年包含期望产出与非期望产出的非径向、非角度方向性距离函数为

$$D_V^t(x_i^t, y_i^t, b_i^t) = \rho = \\ \min \frac{1 - \left[\frac{1}{N} \sum_{n=1}^N \frac{s_n^x}{x_n^t} \right]}{1 + \left[\frac{1}{Q+L} \left(\sum_{q=1}^Q \frac{s_q^y}{y_q^t} + \sum_{l=1}^L \frac{s_l^b}{b_l^t} \right) \right]}$$

$$\text{s. t.} \begin{cases} \sum_{i=1}^I z_i^t y_{i,q}^t - s_q^y = y_{i,n}^t, q = 1, 2, \dots, Q \\ \sum_{i=1}^I z_i^t x_{i,n}^t + s_n^x = x_{i,n}^t, n = 1, 2, \dots, N \\ \sum_{i=1}^I z_i^t b_{i,l}^t + s_l^b = b_{i,l}^t, l = 1, 2, \dots, L \\ \sum_{i=1}^I z_i^t = 1, z_i^t \geq 0, s_q^y \geq 0, s_n^x \geq 0, s_l^b \geq 0, \\ i = 1, 2, \dots, I \end{cases} \quad (2)$$

式中: D_V^t 为规模报酬可变的的方向性距离函数; (x_i^t, y_i^t, b_i^t) 为决策单元 i 的生产可能集; 目标函数 ρ 的分子和分母分别为投入和产出距离生产前沿面的平均距离,即决策单元效率值 ρ 越大,效率水平越高; s_n^x, s_q^y, s_l^b 分别为投入、期望产出和非期望产出的松弛变量; z_i^t 为权重向量。

1.1.2 ML(Malmquist-Luenberger)指数模型

SBM 模型仅测算航空运输集团的静态生产效率,却不能有效测算其动态生产效率。为进一步研究航空运输集团研究期间效率的动态变化情况,以及效率分解指标的变化规律,构造 Malmquist-Luenberger(ML)指数,测算航空运输集团的动态生产效率。

$$ML_q^{t+1} = \\ \left[\frac{D_V^t(x^{t+1}, y^{t+1}, b^{t+1})}{D_V^t(x^t, y^t, b^t)} \times \frac{D_V^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1}, b^{t+1})}{D_V^{t+1}(x^t, y^t, b^t)} \right]^{\frac{1}{2}} = \\ \frac{D_V^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1}, b^{t+1})}{D_V^{t+1}(x^t, y^t, b^t)} \left[\frac{D_V^t(x^{t+1}, y^{t+1}, b^{t+1})}{D_V^t(x^{t+1}, y^{t+1}, b^{t+1})} \times \right. \\ \left. \frac{D_V^t(x^t, y^t, b^t)}{D_V^{t+1}(x^t, y^t, b^t)} \right]^{\frac{1}{2}} = EC_t^{t+1} \times TC_t^{t+1} \quad (3)$$

ML 指数还可以进一步分解为技术效率变化指数(EC)和技术进步指数(TC)。EC 表示实际生产点向生产前沿面的靠近程度 TC 表示生产前沿向外扩张程度,即行业技术进步。ML>1、EC>1、TC>1 分别表示生产效率提高、技术效率上升和技术的进步,反之表示生产效率降低、技术效率下降和技术倒退。

1.2 指标选取及数据来源

生产效率是指投入要素固定条件下,制程的实际产出与最大的产出量两者间的比例。反映达成最大或者既定目标的程度。

1.2.1 投入要素

关于研究航空运输企业生产效率的文献中,各学者建立的评测体系各有不同。投入要素主要有

员工人数、航空器数量、座位容量、可用座公里、可用货运吨公里以及运营成本等。其中航空器作为航空运输企业的固定资本，是一种重要的投入要素，部分学者通常使用飞机数量作为投入，可能会忽视机型差异等原因对生产效率产生的影响。

综合考虑，选择衡量航空运输集团生产效率的投入指标：运输能力，定义为航空运输集团实际运营的各航空器的最大起飞重量之和（不包括执行包机服务的公务机），能有效规避机型差异带来的生产效率影响；飞行人员和客舱服务人员的总数。

1.2.2 产出要素

本文的研究仅关注生产阶段即飞行业务，这是航空公司运营的关键阶段。生产阶段反映的是一家航空运输企业的“供应能力”，而在部分研究中，将可用座公里或可用吨公里作为输入，营业收入等因素作为产出，这代表的是航空运输企业的“创收能力”。

鉴于此，考虑期望产出指标：可用吨公里，定义为飞行公里乘以可用运载吨位数量。非期望产出：二氧化碳排放量，只考虑仅航空煤油燃烧的排放量；拥有或控制的直接温室气体排放包括飞机发动机、辅助动力装置、地面支援车辆和制冷剂消耗。

相关数据来自《从统计看民航》以及各公司年报、社会责任报告书以及运营数据。各投入产出变量描述性统计见表 1。

2 航空运输集团效率评价

2.1 生产效率评价

基于考虑非期望产出的 SBM 模型，利用 MATLAB2021A 测算 2013—2019 年沿线 20 个航空运输集团的生产效率。

2.1.1 生产效率分析

为了比较航空运输集团生产效率水平情况，分别计算各集团的生产效率均值，整理结果见表 2。2013—2016 年，阿联酋航空、土耳其航空、长荣航空年均生产效率值为 1，表明这 3 家航空运输集团内的生产效率有效。然而绝大部分集团的生产效率

年均值低于 0.8，主要位于 0.4~0.6。从整体看，生产效率均值为 0.777，说明整体生产水平没有达到高效率。生产效率年均值最低的国际航空为 0.417。按沿线航空运输集团所属国家及地区对生产效率值分类，整理结果见表 2。从不同区域来看，生产效率的区域差异显著，中东地区和东南亚地区生产效率明显优于其他地区及国家。

2.1.2 生产效率空间演化分析

从整体看，沿线航空运输集团生产效率水平较高，但存在明显的空间差异。2013 年生产效率高效（效率值大于 0.8）的集团仅 5 个，2019 年上升至 12 个。2013 年沿线生产效率高效主要集中在亚洲，2019 年则分布在沿线各区域。

2.2 动态生产效率分析

为进一步分析生产效率的动态变化趋势及分解指标特征，通过 MATLAB2021A 对 2013—2019 年沿线 20 个航空运输集团的投入产出数据进行 ML 指数测算及分解，根据计算结果汇总获得 2013—2019 年沿线航空运输集团 ML 指数及分解和各年份均值，见表 3 和表 4。

从总体分析，沿线各集团 ML 指数年均值为 0.997，表明研究期间沿线各集团生产力水平相对稳定。从分解指标看，沿线各航空运输集团技术效率指数和技术进步指数的年均值分别为 1.038 和 0.962，可见沿线生产效率水平提升主要来源于技术效率提升，但影响较小。所以整体而言，沿线生产效率的变化较稳定。

从区域差异视角分析，2013—2019 年沿线中东、欧洲和大洋洲地区的航空运输集团 ML 指数年均值大于 1，分别为 1.006、1.026 和 1.027，处于生产效率提升阶段。其中 ML 年均指数最高和最低的区域为大洋洲和东亚，分别为 1.027 和 0.979，两者相差 0.048，各区域间虽存在差异，但并不明显。由表 3 可知，技术效率变化指数越高的航空运输集团，其生产效率 ML 指数也相对越高。沿线航空运输集团的技术进步指数均较低，说明沿线航空运输集团的技术层面尚待提升，生产缺乏技术创新。

表 1 投入产出变量描述性统计

指标类别	变量	单位	最小值	最大值	平均值	标准差
投入	运输能力	t	13 810	118 422	49 510	23 950
	飞行人员和客舱服务人员总数	人	3 111	45 281	17 346	9 740
期望产出	可用吨公里	百万客公里	5 792	63 340	24 002	13 627
非期望产出	二氧化碳排放量	kt	3 673	36 739	15 790	8 231

表 2 2013—2019 年沿线航空运输集团生产效率值

地区	航空运输集团	2013 年	2014 年	2015 年	2016 年	2017 年	2018 年	2019 年	年序列均值
东南亚	新加坡航空	0.763	0.901	0.935	1.000	0.967	0.945	0.954	0.924
	泰国国际航空	0.621	0.681	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.900
	印尼鹰航	0.867	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.981
中东	阿联酋航空	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
	土耳其航空	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
东亚	中国国航	0.606	0.666	0.696	0.716	0.683	0.740	0.770	0.697
	中国南航	0.612	0.669	0.644	0.696	0.691	0.739	0.817	0.696
	中国东航	0.637	0.643	0.659	0.668	0.564	0.607	0.664	0.634
	中国海南航空	1.000	1.000	0.973	1.000	0.663	0.580	0.773	0.856
	国泰航空	0.764	0.816	0.861	0.900	0.924	1.000	1.000	0.895
	长荣航空	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
	大韩航空	0.731	0.768	0.810	1.000	1.000	1.000	1.000	0.901
	全日空航空	0.470	0.545	0.572	0.590	0.619	0.588	0.582	0.567
欧洲	日本航空	0.404	0.465	0.499	0.511	0.529	0.479	0.452	0.477
	汉莎航空	0.630	0.628	0.592	0.636	0.711	1.000	1.000	0.742
	国际航空	0.375	0.384	0.396	0.415	0.418	0.447	0.483	0.417
	法荷航空	0.652	0.664	0.650	0.693	0.688	0.771	1.000	0.731
大洋洲	俄罗斯航空	0.526	0.559	0.616	0.608	0.610	0.601	0.692	0.602
	澳洲航空	0.558	0.625	0.676	0.738	0.733	0.740	0.798	0.696
南美洲	拉塔姆航空	0.720	0.782	0.787	0.844	0.846	0.910	0.867	0.822
均值		0.697	0.740	0.768	0.801	0.782	0.807	0.843	0.777
标准差		0.196	0.192	0.193	0.195	0.191	0.200	0.185	0.178

注：年序列均值是各航空集团的年序列平均生产效率，简称为年平均值；均值是指当年所有集团的效率平均值；各航空集团均简称，但实际运营数据为集团内所有航空公司生产运营数据，如新加坡航空，包含新加坡航空公司、虎航、酷航、丝绸航空。

表 3 2013—2019 年沿线 20 个航空运输集团 ML 指数及分解

航空运输集团	2013—2014 年			2014—2015 年			2015—2016 年		
	ML	EC	TC	ML	EC	TC	ML	EC	TC
新加坡航空	1.114	1.182	0.943	1.013	1.038	0.976	1.006	1.069	0.941
泰国国际航空	0.987	1.096	0.901	1.518	1.469	1.034	0.956	1.000	0.956
印尼鹰航	0.894	1.153	0.775	0.926	1.000	0.926	0.879	1.000	0.879
阿联酋航空	1.015	1.000	1.015	1.022	1.000	1.022	1.006	1.000	1.006
土耳其航空	1.244	1.000	1.244	0.982	1.000	0.982	0.958	1.000	0.958
中国国航	1.044	1.099	0.951	1.040	1.045	0.995	0.988	1.029	0.960
中国南航	1.046	1.092	0.957	0.958	0.963	0.994	1.040	1.081	0.963
中国东航	0.963	1.009	0.954	1.021	1.026	0.994	0.966	1.012	0.955
中国海南航空	0.770	1.000	0.770	0.885	0.973	0.910	0.923	1.028	0.898
国泰航空	1.018	1.068	0.953	1.036	1.056	0.982	1.000	1.045	0.956
长荣航空	0.836	1.000	0.836	0.916	1.000	0.916	0.922	1.000	0.922
大韩航空	0.977	1.051	0.929	1.015	1.055	0.962	1.046	1.234	0.847
全日空航空	1.025	1.161	0.883	0.987	1.048	0.942	0.965	1.032	0.935
日本航空	0.988	1.150	0.858	0.999	1.074	0.930	0.919	1.023	0.898
汉莎航空	0.972	0.998	0.974	0.932	0.942	0.989	1.042	1.075	0.969
国际航空	1.016	1.024	0.993	1.013	1.031	0.983	1.011	1.049	0.964
法荷航空	0.990	1.019	0.972	0.969	0.979	0.990	1.031	1.066	0.967
俄罗斯航空	0.959	1.062	0.904	1.057	1.103	0.958	0.933	0.986	0.946
澳洲航空	1.048	1.119	0.936	1.058	1.083	0.978	1.032	1.092	0.946
拉塔姆航空	1.014	1.085	0.935	0.993	1.007	0.986	1.011	1.071	0.944
均值	0.996	1.068	0.934	1.017	1.045	0.972	0.982	1.045	0.941

续表												
航空运输集团	2016—2017 年			2017—2018 年			2018—2019 年			年序列均值		
	ML	EC	TC	ML	EC	TC	ML	EC	TC	ML	EC	TC
新加坡航空	0.971	0.967	1.004	0.933	0.977	0.955	0.952	1.009	0.943	0.998	1.040	0.960
泰国国际航空	0.874	1.000	0.874	1.032	1.000	1.032	0.959	1.000	0.959	1.055	1.094	0.959
印尼鹰航	0.934	1.000	0.934	1.000	1.000	1.000	1.041	1.000	1.041	0.946	1.026	0.926
阿联酋航空	1.003	1.000	1.003	0.975	1.000	0.975	0.934	1.000	0.934	0.992	1.000	0.992
土耳其航空	1.004	1.000	1.004	0.989	1.000	0.989	0.942	1.000	0.942	1.020	1.000	1.020
中国国航	0.962	0.954	1.008	1.029	1.084	0.949	0.968	1.041	0.930	1.005	1.042	0.966
中国南航	0.998	0.992	1.006	1.022	1.070	0.954	1.018	1.106	0.921	1.014	1.051	0.966
中国东航	0.858	0.845	1.016	1.029	1.075	0.957	1.033	1.094	0.944	0.978	1.010	0.970
中国海南航空	0.643	0.663	0.970	0.872	0.875	0.997	1.279	1.332	0.960	0.895	0.979	0.917
国泰航空	1.044	1.027	1.017	0.999	1.082	0.923	0.987	1.000	0.987	1.014	1.046	0.970
长荣航空	0.960	1.000	0.960	1.034	1.000	1.034	0.994	1.000	0.994	0.944	1.000	0.944
大韩航空	1.053	1.000	1.053	0.991	1.000	0.991	0.928	1.000	0.928	1.002	1.057	0.952
全日空航空	1.039	1.048	0.991	0.963	0.950	1.014	0.956	0.990	0.966	0.989	1.038	0.955
日本航空	0.988	1.037	0.953	0.932	0.904	1.032	0.929	0.944	0.984	0.959	1.022	0.943
汉莎航空	1.111	1.117	0.995	1.182	1.407	0.840	0.990	1.000	0.990	1.038	1.090	0.960
国际航空	1.023	1.008	1.015	1.033	1.070	0.966	1.019	1.081	0.943	1.019	1.043	0.977
法荷航空	0.993	0.993	1.000	1.250	1.122	1.114	1.025	1.297	0.790	1.043	1.079	0.972
俄罗斯航空	1.004	1.005	0.999	0.981	0.985	0.996	1.099	1.152	0.954	1.005	1.049	0.960
澳洲航空	0.998	0.993	1.005	0.991	1.008	0.983	1.034	1.078	0.958	1.027	1.062	0.968
拉塔姆航空	1.011	1.003	1.008	1.008	1.076	0.937	0.888	0.952	0.933	0.988	1.032	0.957
均值	0.974	0.983	0.991	1.012	1.034	0.982	0.999	1.054	0.950	0.997	1.038	0.962

表 4 2013—2019 年沿线各地区年份平均 ML 指数及分解							
年份	指数	东南亚	中东	东亚	欧洲	大洋洲	南美洲
2013—2014	ML	0.999	1.129	0.972	0.984	1.048	1.014
	EC	1.144	1.000	1.083	1.026	1.119	1.085
	TC	0.873	1.129	0.897	0.961	0.936	0.935
2014—2015	ML	1.152	1.002	0.989	0.993	1.058	0.993
	EC	1.169	1.000	1.035	1.014	1.083	1.007
	TC	0.979	1.002	0.955	0.980	0.978	0.986
2015—2016	ML	0.947	0.982	0.975	1.004	1.032	1.011
	EC	1.023	1.000	1.065	1.044	1.092	1.071
	TC	0.926	0.982	0.918	0.962	0.946	0.944
2016—2017	ML	0.926	1.003	0.969	1.033	0.998	1.011
	EC	0.989	1.000	0.971	1.031	0.993	1.003
	TC	0.937	1.003	0.998	1.002	1.005	1.008
2017—2018	ML	0.988	0.982	0.980	1.111	0.991	1.008
	EC	0.992	1.000	0.991	1.146	1.008	1.076
	TC	0.996	0.982	0.991	0.979	0.983	0.937
2018—2019	ML	0.984	0.938	0.993	1.033	1.034	0.888
	EC	1.003	1.000	1.037	1.132	1.078	0.952
	TC	0.981	0.938	0.958	0.919	0.958	0.933
均值	ML	0.999	1.006	0.979	1.026	1.027	0.988
	EC	1.053	1.000	1.030	1.065	1.062	1.032
	TC	0.949	1.006	0.953	0.967	0.968	0.957

3 生产效率的影响因素分析

为进一步分析影响沿线航空运输集团生产效率的影响因素及其影响程度,运用 Tobit 模型,以

2013—2019 年沿线各航空运输集团的生产效率值(Y)为被解释变量,以主要影响因素为解释变量,建立回归模型进行分析。

3.1 解释变量

飞机作为航空运输集团的固定资产,也是一种重要的生产投入,由于各航空运输集团的战略差异,机队规模和主要机型各不相同。为进一步探索效率的影响因素,定义以下变量:

1)宽体机型占比 X_1 。该变量主要区分航空运输集团的类型,如阿联酋航空集团主要经营跨洲航线,最大的特点就是几乎只运营宽体客机。

2)机队平均年龄 X_2 。主要反映飞机性能的影响。数据来源于各集团年度报告或可持续发展报告。

3)集团所拥有航空公司数量 X_3 。反映航空运输集团的经营战略,即各集团通过成立不同性质的子公司针对不同需求市场,尽管这类子公司的成立方式不一,但其目的都是为了扩大集团的整体影响力和营业能力。

3.2 Tobit 回归模型构建

由于 SBM 模型测算的效率值为非负截断式离散数据,因此可采用随机效应的 Tobit 模型来分析沿线航空运输集团生产效率的影响因素。Tobit 回归模型为

$$\begin{cases} Y^* = \alpha + \beta X_{it} + \mu_{it} \\ Y_{it} = \begin{cases} 0, & Y_{it}^* \leq 0 \\ Y_{it}^*, & Y_{it}^* > 0 \end{cases} \end{cases} \quad (4)$$

式中: i 为航空运输集团; t 为年份; Y_{it}^* 为潜变量; Y_{it} 为第 i 个航空运输集团的生产效率值; X_{it} 为生产效率的主要影响因素; α 为常数项; β 为回归系数; μ_{it} 为随机扰动项。

3.3 回归结果和分析

利用 Stata17 软件对 2013—2019 年沿线航空运输集团的生产效率值进行 Tobit 回归分析,计算结果见表 5。结果显示:宽体机型占比 X_1 对生产效率影响并不显著,这表明拥有更多的宽体机型并不能直接改善生产效率;机队平均年龄 X_2 会显著降低生产效率,意味着更加年轻的机队更能带来生产效率的提升,这也符合预期认知,新型机型在能耗和运行方面更有技术优势;集团所拥有航空公司数量 X_3 会显著降低生产效率,这意味着更多的子公司不利于改善生产效率,可能会给生产管理带来更多的挑战。

表 5 生产效率影响因素的 Tobit 回归结果

变量	回归系数	标准误	$P>z$
X_1	-0.073 5	0.081 8	0.369
X_2	-0.039 7	0.009 2	0.000
X_3	-0.022 0	0.009 7	0.023
常数项	1.143 0	0.089 3	0.000

4 结论与建议

4.1 研究结论

运用 SBM 模型及 ML 指数模型,评测 2013—2019 年“一带一路”沿线航空运输集团的生产效率,得出以下结论:

1)2013—2019 年沿线航空运输集团整体生产效率年序列均值为 0.777,说明整体还没有达到高效率生产水平。各区域间生产效率值存在明显差异,中东地区的航空运输集团生产效率最高且有效。2013 年沿线生产效率高效主要集中在亚洲,2019 年则分布在沿线各地区。

2)2013—2019 年沿线航空运输集团生产效率 ML 指数均值为 0.997,整体上没有出现效率改善的情况。期间仅 2014—2015 年和 2017—2018 年 ML 指数大于 1,处于生产效率整体提升阶段。沿线生产效率提升主要依靠技术效率提升。

3)沿线生产效率主要受机型平均年龄和集团拥有航空公司数量影响,拥有更年轻的机队更有利于改善生产效率。集团拥有的航空公司数量对生产效率的提升有着抑制作用,即过多的航空运输子公司不利于资源管理,可能造成资源的浪费。宽体客机的数量对生产效率的影响并不显著,因此在机队引进时,应避免引进过多宽体机型。

4.2 对策建议

随着沿线经济合作不断深入,各地区国家交流更加频繁,运输需求持续增加,尤其是亚太地区。根据航空运输集团经营特点和行业发展趋势,结合上述结论,提出以下改进生产效率的可行性建议:

1)航空运输集团拥有更多的航空运输资源,在享有规模经济的同时,也加重了管理负担。应加强航空运输子公司的协同发展,明确各类运输子公司的市场定位,对各类产品进行个性化创新,满足各细分市场的的市场需求。开拓国际市场,注重中远程航线的开发。

2)注重技术创新,引进更多的新型技术人才和高端技术。科技创新是全面创新的核心,技术进步更能带来产品竞争力提升。及时引进新机型,退用老旧机型,慎重考虑宽体机型的引进。

参考文献

[1]

丁勇,孙柏杨.中外航空公司运营效率评价研究:基于 DEA-Malmquist 指数的分析[J].价格理论与实践,2019,12(4):157-160.

[2]

张蓝远,许雅玺,李南.基于超效率 DEA-Malmquist 的吉祥航空经营绩效评价研究[J].科技和产业,2021,21(4):

209-214.

[3] 章连标,杨倩倩. 考虑非期望产出的航空公司运营效率及影响因素研究:基于 SBM-Malmquist-luenberger 指数和 Tobit 方法[J]. 商业会计,2022(11):41-45.

[4] 李玲玲,韩瑞玲,张晓燕. 中国航空碳排放及其效率时空演化特征分析[J]. 生态学报,2022,42(10):3919-3932.

[5] CHEN Z,TZEREMES P,TZEREMES N G. Convergence in the Chinese airline industry:a Malmquist productivity analysis[J]. Journal of Air Transport Management,2018,73:77-86.

[6] TOLAH E,ARJOMANDI A,DAKPO K H,et al. Efficiency comparison of airline groups in Annex 1 and non-Annex 1 countries:a dynamic network DEA approach [J]. Transport Policy,2020,99:163-174.

[7] MAHMOUDI R, EMROUZNEJAD A. A multi-period performance analysis of airlines;a game-SBM-NDEA and Malmquist index approach[J]. Research in Transportation Business & Management,2023,46:100801

[8] HUANG F,ZHOU D,HU J L,et al. Integrated airline productivity performance evaluation with CO₂ emissions and flight delays[J]. Journal of Air Transport Management,2020,84:101770.

Production Efficiency Measurement and Influencing Factors of Air
Transport Groups along the Belt and Road

WANG Xue, HUANG Qianxiong

(School of Economics and Management,Civil Aviation Flight University of China,Guanghan 618307,Sichuan,China)

Abstract: Based on the operation panel data of air transport groups along the Belt and Road from 2013 to 2019, the SBM(slack-based measure) model and Malmquist-Luenberger index considering the unexpected output are used to measure the production efficiency and decomposition items of each group, and the Tobit model is used to explore the influencing factors of production efficiency. The results show that the production efficiency level along the route is low, and the improvement of production efficiency gradually dispersed from Asia to each region, and the increase of production efficiency mainly comes from the improvement of technical efficiency. The operation of a younger fleet can effectively improve the production efficiency, while the excess of air transport subsidiaries within the group is not conducive to the improvement of production efficiency, and the ratio of wide-body models has no significant impact on the production efficiency.

Keywords: SBM(slack-based measure)model;Malmquist-Luenberger index;production efficiency;air transport