

新疆机场集团运营效率的区域差异与动态变化研究

俞松卫¹, 杨谊成^{1,2}

¹新疆机场(集团)有限责任公司空管业务部, 新疆 乌鲁木齐

²中国民航大学空中交通管理学院, 天津

收稿日期: 2025年2月6日; 录用日期: 2025年3月6日; 发布日期: 2025年3月14日

摘要

文章以新疆机场集团为研究对象, 选取2013~2023年间的16个机场作为效率分析的目标, 运用数据包络分析(DEA)方法, 结合BCC模型以及Malmquist指数, 从静态和动态两个维度对机场集团的运营效率进行了全面评估。研究结果表明: (1) 乌鲁木齐地窝堡国际机场(URC)和库尔勒机场(KRL)作为核心枢纽, 其综合效率、技术效率和规模效率均表现优异。(2) 塔什库尔干机场(HQL)和奇台机场(JBK)等支线机场的效率值较低, 表明其在资源配置、技术水平和规模匹配方面存在较大提升空间。(3) 技术进步(TC)是效率提升的主要驱动力, 尤其是在博乐机场(BPL)和阿勒泰机场(AAT)中表现显著, 而乌鲁木齐地窝堡国际机场(URC)和喀什机场(KHG)的效率下降则可能与规模过大、资源配置不合理或区域经济波动有关。

关键词

BCC模型, Malmquist指数, 机场运营效率, 新疆机场集团

Study on Regional Differences and Dynamic Changes of Operational Efficiency of Xinjiang Airport Group

Songwei Yu¹, Yicheng Yang^{1,2}

¹Air Traffic Control Department, Xinjiang Airport (Group) Co., Ltd., Urumqi Xinjiang

²School of Air Traffic Management, Civil Aviation University of China, Tianjin

Received: Feb. 6th, 2025; accepted: Mar. 6th, 2025; published: Mar. 14th, 2025

Abstract

This paper takes Xinjiang Airport Group as the research object, selects 16 airports from 2013 to

文章引用: 俞松卫, 杨谊成. 新疆机场集团运营效率的区域差异与动态变化研究[J]. 交通技术, 2025, 14(2): 203-212.

DOI: 10.12677/ojtt.2025.142021

2023 as the efficiency analysis targets, uses data enveloping analysis (DEA) method, combines BCC model and Malmquist index, and comprehensively evaluates the operational efficiency of the airport group from both static and dynamic dimensions. The results show that: (1) Urumqi Diwopu International Airport (URC) and Korla Airport (KRL), as the core hubs, have excellent performance in comprehensive efficiency, technical efficiency and scale efficiency. (2) The efficiency values of regional airports such as Tashkourgan Airport (HQL) and Qitai Airport (JBK) are low, indicating that there is a large room for improvement in terms of resource allocation, technical level and scale matching. (3) Technological progress (TC) is the main driving force of efficiency improvement, especially in BPL and Altai Airports (AAT), while the efficiency decline of Urumqi Diwopu International Airport (URC) and Kashgar Airport (KHG) may be related to excessive scale, unreasonable resource allocation or regional economic fluctuations.

Keywords

BCC Model, Malmquist Index, Airport Operation Efficiency, Xinjiang Airport Group

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

近年来,随着中国航空运输业的快速发展,机场作为航空运输体系的关键节点,其运营效率直接关系到区域经济的发展与航空服务能力的提升。新疆机场集团作为中国西北地区的重要机场管理机构,管理着覆盖广泛、功能多样的机场网络,其运营效率的研究具有重要的实践意义。尤其是在2005年12月7日,新疆维吾尔自治区与民航总局签署了《关于加快新疆民航发展的会谈纪要》,明确提出将乌鲁木齐国际机场定位为国家西部门户枢纽机场,并计划在“十一五”期间初步具备西部门户枢纽机场功能,在“十二五”期间建成我国西部门户枢纽机场。这一战略决策不仅提升了乌鲁木齐国际机场的功能定位,也为其发展提供了前所未有的机遇,同时对新疆机场集团的整体运营效率提出了更高的要求。对新疆机场集团运行效率进行测度和评估,有助于识别资源配置的合理性,找出存在的资源过剩或短缺问题。通过优化资源配置与管理,不仅能够提高整体效益,降低成本,还能提升运输能力,进一步推动整个交通网络的优化[1]。

数据包络分析(DEA)方法作为一种非参数化效率评价工具,广泛应用于机场运营效率研究中,可在多输入多输出条件下提供客观的相对效率评价[2][3]。涉及CCR模型[4]、BCC模型[5]等。近年以来,越来越多的学者关注于机场集团或是机场群的效率研究,如:Gillen等首次使用DEA模型评估美国21家机场在1989~1993年的运营效率[6];王志燕(2011)采用DEA方法对环渤海地区15家机场进行运营效率分析,并与前三年的数据进行对比,探讨了机场规模、员工教育水平等因素对效率的影响;王茜和杨新渥(2017)运用DEA方法评估三大机场群的效率,重点分析输入指标对机场效率的影响,并提出改进措施以提升整体运营水平;任新惠等人比较了长三角与珠三角机场群,发现珠三角机场群的平均运营效率高于长三角,原因在于长三角有多个低效率机场[7];王茜等分析了京津冀、长三角和珠三角机场群的运营效率,得出京津冀机场群效率高于其他两者的结论[8];高黎等人指出,传统的平均模型忽略了各机场的差异,因此采用加权模型进行改进,并对2014~2018年数据进行了分析,提出了改进策略[9]。

然而,现有研究存在两点明显不足:首先,目前的文献中尚未针对新疆机场集团的运营效率进行系统的评估和研究;其次,现有的机场集团效率评估通常选取的指标缺乏统一性和针对性,导致评估结果

的准确性和实际意义受到限制。针对这些不足,本研究利用 2013~2023 年新疆机场集团的真实运营数据,综合考虑影响其运行效率的多种因素,构建了一个更加符合实际情况的 DEA 评测模型,对新疆机场集团的运营效率进行了深入评估。

2. 指标选取与模型构建

2.1. 指标选取

本文从机场运行的角度出发,选择了具有代表性的投入产出指标,并将“通航城市数量”作为衡量机场连通性的一个重要指标纳入评价体系,具体指标见表 1。

Table 1. Evaluation index system for operational efficiency

表 1. 运行效率评价指标体系

指标类型	指标名称	单位
投入指标	跑道面积(X^1)	平方米
	停机位数量(X^2)	个
	航站楼面积(X^3)	万平方米
	通航城市数量(X^4)	个
产出指标	飞机起降次数(Y^1)	万架次
	旅客吞吐量(Y^2)	万人次
	货邮吞吐量(Y^3)	万吨

2.2. 模型构建

本文采用规模收益可变的 DEA-BCC 模型,以及 DEA-Malmquist 分析模型对成新疆机场集团的投入效率进行了评估,通过 DEA 模型的输出结果包括综合效率、规模效率、纯技术效率和冗余率等指标。

2.2.1. DEA-CCR 模型

假设有 n 个决策单元,若各投入要素按比例增加,则产出也会同比例增加,意味着每个决策单元的生产规模能够达到最优水平。假设每个决策单元的投入和产出要素分别有 m 种和 s 种,则本文定义的投入指标表示为: $X_{jk} (j=1,2,3,\dots,s)$, 产出指标记作 $Y_{jk} (j=1,2,3,\dots,s)$ 则模型表示为:

$$\begin{cases} \sum_{k=1}^n X_k \lambda_k + S^- = \theta X_i \\ \sum_{k=1}^n Y_k \lambda_k - S^+ = Y_i \end{cases} \quad (1)$$

在该式中, S^- 表示投入松弛变量,且 $S^- \geq 0$; S^+ 表示产出松弛变量,且 $S^+ \geq 0$; λ 和 θ 为决策变量,其中 $\lambda_k \geq 0$ 。 θ 代表决策单元的综合效率值,取值范围在 0 到 1 之间。 θ 值与决策单元的投入产出效率成正比。若 $\theta < 1$,则表示决策单元处于非 DEA 有效状态;若 $\theta = 1$,则表示决策单元处于最佳状态,即 DEA 强有效。

2.2.2. DEA-BCC 模型

实际上,决策单元往往难以在最佳规模下进行产出,因此,DEA-CCR 模型未能考虑规模收益的变化。为了解决这一问题,提出了 DEA-BCC 模型,该模型能够考虑规模效益的可变性。

$$\begin{cases} \min \theta \\ s.t. \sum_{k=1}^n X_k \lambda_k + S^- = \theta X_t \\ \sum_{k=1}^n X_k \lambda_k - S^+ = Y_t \\ \sum_{k=1}^n \lambda_k = 1 \end{cases} \quad (2)$$

2.2.3. DEA-Malmquist

结合机场运作指标的特点, 将上一章节中的 M 基本公式简单分解, 分解如下:

$$\begin{aligned} & M(x^{t+1}, y^{t+1}, x^t, y^t) \\ &= \frac{D^t(x^{t+1}, y^{t+1} | VRS)}{D^t(x^t, y^t | VRS)} \times \left[\frac{D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1} | CRS)}{D^{t+1}(x^t, y^t | VRS)} \times \frac{D^t(x^t, y^t | VRS)}{D^t(x^t, y^t | CRS)} \right]^{\frac{1}{2}} \\ &= Pech \times Sech \times Techch \end{aligned}$$

其中 $Techch$ 表示生产管理技术变动指数(TC); $Pech$ 表示纯技术效率变动指数($PTEC$); $Sech$ 表示规模效率变动指数(SEC), 并且规模效率指数和纯技术变动指数相乘得到综合效率变动指数(TEC), 即 $TEC = PTEC \times SEC$; 因此 Malmquist 生产力指数最终表示为 $MPI = TEC \times TC$ 。

3. 实例分析

3.1. 机场选取和描述性分析

本研究选取新疆机场集团涉及乌鲁木齐地窝堡国际机场、喀什机场等 16 个机场作为研究对象, 时间范围为 2013~2023 年, 如表 2 所示, 分析其在不同时间段的增长趋势、区域分布特点及变化规律, 从中可知: 乌鲁木齐地窝堡国际机场在所有核心指标中均处于领先地位, 是研究对象中规模最大的机场。基于新疆机场集团 2013~2023 年的面板数据, 本文利用 SPSS 软件对 16 个机场的运行效率进行测算。

Table 2. Descriptive statistics

表 2. 描述性统计

	样本量	平均值	标准差	最大值	最小值
跑道面积(千平方米)	174	137.54	30.99	350.00	99.00
停机位数量(个)	174	17.62	34.14	177.00	3.00
航站楼面积(万平方米)	174	2.09	4.02	18.50	0.00
通航城市数量(个)	174	15.78	19.64	91.00	1.00
飞机起降次数(万架次)	174	2.10	3.81	17.82	0.01
旅客吞吐量(万人次)	174	168.30	475.37	2396.32	0.01
货邮吞吐量(万吨)	174	1.19	3.55	17.28	0.00

3.2. 静态效率分析

在效率分析中, 采用了规模报酬可变(VRS)假设下的 DEA 方法, 并通过 BBC 模型将综合效益进一步分解为技术效益和规模效益, 具体结果如表 3 所示。

Table 3. Efficiency measurement results of Xinjiang Airport Group from 2013 to 2023
表 3. 2013~2023 年新疆机场集团效率测度结果

年份	效率类型	URC	KHG	TLQ	KRY	HMI	JBK	HQL	KRL	KCA	YIN	BPL	NLT	AAT	KJI	TCG	HTN
2023	综合效率	1	0.62	0.54	0.59	0.74	0.46	0.1	1	0.82	0.96	1	1	0.65	1	0.57	0.97
	技术效率	1	0.65	0.78	0.9	0.8	0.8	0.97	1	1	1	1	1	0.86	1	0.83	0.99
	规模效率	1	0.95	0.69	0.66	0.93	0.57	0.11	1	0.82	0.96	1	1	0.76	1	0.69	0.98
2022	综合效率	1	0.34	0.49	0.74	0.46	0.11	1	0.51	0.37	0.92	1	0.38	0.27	0.54	0.57	0.97
	技术效率	1	0.57	0.88	0.75	0.8	0.99	1	0.92	0.87	0.94	1	0.8	0.92	0.83	0.83	0.99
	规模效率	1	0.6	0.55	0.98	0.57	0.12	1	0.56	0.43	0.98	1	0.48	0.3	0.65	0.69	0.98
2021	综合效率	1	0.4	0.41	0.65	0.96	0.46	0.11	1	0.61	0.41	0.78	1	0.39	0.59	0.24	0.95
	技术效率	1	0.57	0.74	0.92	0.97	0.8	0.99	1	0.96	0.87	0.87	1	0.79	0.92	0.79	0.98
	规模效率	1	0.71	0.55	0.71	0.98	0.57	0.12	1	0.64	0.47	0.89	1	0.5	0.64	0.3	0.98
2020	综合效率	0.97	0.34	0.82	0.62	0.7	0.46	0.11	0.91	0.58	0.39	0.66	1	0.38	0.8	0.23	0.93
	技术效率	0.99	0.57	0.92	0.91	0.75	0.8	0.99	0.95	0.93	0.87	0.83	1	0.79	1	0.79	0.94
	规模效率	0.98	0.59	0.89	0.68	0.93	0.57	0.12	0.95	0.63	0.45	0.8	1	0.48	0.8	0.3	0.99
2019	综合效率	1	0.45	1	1	1	0.46	0.11	0.92	0.6	0.65	0.94	1	0.37	1	0.28	1
	技术效率	1	0.57	1	1	1	0.8	0.99	0.96	0.95	0.92	0.96	1	0.79	1	0.79	1
	规模效率	1	0.79	1	1	1	0.57	0.12	0.97	0.63	0.7	0.97	1	0.48	1	0.35	1
2018	综合效率	1	0.47	0.44	0.79	1	0.46	0.11	0.88	0.4	0.59	1	1	0.42	0.31	0.38	0.91
	技术效率	1	0.59	0.74	0.95	1	0.8	0.99	0.95	0.92	0.9	1	1	0.82	1	0.94	0.94
	规模效率	1	0.79	0.6	0.83	1	0.57	0.12	0.94	0.43	0.66	1	1	0.51	0.31	0.4	0.97
2017	综合效率	1	0.46	0.35	0.64	0.77	0.46	0.11	0.88	0.35	0.5	0.95	0.4	0.51	0.26	0.33	1
	技术效率	1	0.59	0.71	0.92	0.88	0.8	0.99	0.95	0.91	0.88	0.99	1	0.82	1	0.94	1
	规模效率	1	0.79	0.5	0.7	0.87	0.57	0.12	0.93	0.38	0.57	0.96	0.4	0.62	0.26	0.35	1
2016	综合效率	0.98	0.45	0.19	0.55	0.51	0.46	0.11	0.88	0.32	0.46	0.93	0.4	0.54	0.32	0.33	0.94
	技术效率	0.99	0.58	0.71	0.89	0.77	0.8	0.99	0.95	0.9	0.88	0.99	1	1	1	0.94	1
	规模效率	0.99	0.77	0.27	0.62	0.67	0.57	0.12	0.93	0.35	0.53	0.94	0.4	0.54	0.32	0.35	0.94
2015	综合效率	0.97	1	0.13	0.57	0.59	0.46	0.11	0.88	0.31	0.44	1	0.4	0.54	0.22	0.33	0.94
	技术效率	0.99	1	0.71	0.88	0.85	0.8	0.99	0.95	0.9	0.88	1	1	1	1	0.96	0.99
	规模效率	0.98	1	0.18	0.65	0.7	0.57	0.12	0.93	0.35	0.51	1	0.4	0.54	0.22	0.34	0.95
2014	综合效率	0.95	1	0.1	0.57	0.72	0.46	0.11	0.88	0.28	0.44	1	0.4	0.54	0.31	0.33	0.94
	技术效率	0.98	1	0.71	0.88	0.96	0.8	0.99	0.95	0.89	0.88	1	1	1	1	0.96	0.99
	规模效率	0.97	1	0.14	0.65	0.75	0.57	0.12	0.93	0.31	0.51	1	0.4	0.54	0.31	0.34	0.95
2013	综合效率	0.93	1	0.1	0.57	0.51	0.46	0.11	0.88	0.25	0.44	1	0.4	0.53	0.22	0.33	0.94
	技术效率	0.97	1	0.71	0.88	0.94	0.8	0.99	0.95	0.89	0.88	1	1	1	1	0.96	0.99
	规模效率	0.96	1	0.14	0.65	0.54	0.57	0.12	0.93	0.29	0.51	1	0.4	0.53	0.22	0.34	0.95

(1) 综合效率分析

综合效率反映了机场在资源配置和运营管理方面的整体表现。从数据来看, 乌鲁木齐地窝堡国际机场(URC)和库尔勒机场(KRL)在多数年份中综合效率值为 1, 表明其资源配置和运营管理达到了最优状态。相比之下, 塔什库尔干机场(HQL)和奇台机场(JBK)的综合效率值普遍较低, 尤其是在 2020 年及之前, HQL 的综合效率值仅为 0.102 至 0.114, 表明其运营效率存在较大提升空间。此外, 喀什机场(KHG)、吐鲁番交河机场(TLQ)和克拉玛依机场(KRY)等机场的综合效率值在 0.5 至 0.8 之间波动, 显示出一定的稳定性, 但仍需进一步优化资源配置。

(2) 技术效率分析

技术效率衡量了机场在现有技术水平下的生产效率。从数据来看, 乌鲁木齐地窝堡国际机场(URC)、库尔勒机场(KRL)、伊宁机场(YIN)和博乐机场(BPL)的技术效率值在多数年份中为 1, 表明其技术水平较高, 能够有效利用现有资源。相比之下, 塔什库尔干机场(HQL)和奇台机场(JBK)的技术效率值虽然较低, 但在部分年份(如 2022 年)有所提升, 表明其技术水平在逐步改善。此外, 喀什机场(KHG)和吐鲁番交河机场(TLQ)的技术效率值在 0.7 至 0.9 之间波动, 显示出其技术水平相对稳定, 但仍存在一定的提升空间。

(3) 规模效率分析

规模效率反映了机场在现有规模下的资源利用效率。从数据来看, 乌鲁木齐地窝堡国际机场(URC)、库尔勒机场(KRL)、伊宁机场(YIN)和博乐机场(BPL)的规模效率值在多数年份中为 1, 表明其规模与资源配置相匹配, 达到了最优状态。相比之下, 塔什库尔干机场(HQL)和奇台机场(JBK)的规模效率值普遍较低, 尤其是在 2020 年及之前, HQL 的规模效率值仅为 0.106 至 0.115, 表明其规模与资源配置存在较大不匹配。此外, 喀什机场(KHG)、吐鲁番交河机场(TLQ)和克拉玛依机场(KRY)的规模效率值在 0.6 至 0.9 之间波动, 显示出其规模效率相对稳定, 但仍需进一步优化资源配置。

3.3. 动态效率分析

3.3.1. 新疆机场集团 2013~2023 时期动态变化分析

对新疆机场集团的 2013~2023 期间的 Malmquist 指数进行汇总如图 1 和表 4 所示, 从中可知: 首先, 全要素生产率(TFP)在不同时期呈现显著波动, 其中 2022~2023 年 TFP 值达到 1.591, 效率提升了 59.1%, 是十年中效率增长最快的时期, 主要得益于技术进步(TC 值 1.587)的显著贡献; 而 2019~2020 年 TFP 值仅为 0.725, 效率下降了 27.5%, 主要受新冠疫情的冲击。其次, 技术效率(EC)和纯技术效率(PEC)整体呈现稳步提升趋势, 表明机场集团的管理水平和技术应用能力逐步增强, 但在 2015~2016 年和 2020~2021 年等时期略有下降, 可能与资源配置不合理或外部环境压力有关。再次, 技术进步(TC)是效率提升的主要驱动力, 尤其是在 2022~2023 年和 2018~2019 年, TC 值分别达到 1.587 和 1.174, 表明技术创新对效率提升起到了关键作用。然而, 在 2019~2020 年, TC 值下降至 0.721, 反映出外部环境对技术投入的负面影响。最后, 新疆机场集团的效率增长呈现一定的波动性, 既受技术进步和管理水平的影响, 也受外部环境(如疫情、经济波动)的显著制约。

3.3.2. 各机场运行效率时期动态变化分析

同理, 使用 Malmquist 指数对新疆机场群中各机场运行效率进行动态测度, 结果如图 2 和表 5 所示, 从中可知: 首先, 全要素生产率(TFP)在不同机场之间呈现显著差异, 其中博乐机场(BPL)和吐鲁番交河机场(TLQ)的 TFP 值分别为 1.162 和 1.103, 效率分别提升了 16.2%和 10.3%, 是效率提升最显著的机场, 主要得益于技术进步(TC 值分别为 1.401 和 1.078)的显著贡献; 而乌鲁木齐地窝堡国际机场(URC)和喀什机场(KHG)的 TFP 值分别为 0.94 和 0.923, 效率分别下降了 6%和 7.7%, 可能与规模过大、资源配置不合理或区域经济波动有关。其次, 技术效率(EC)和纯技术效率(PEC)整体表现较为稳定, 乌鲁木齐地窝堡

国际机场(URC)、库尔勒机场(KRL)、博乐机场(BPL)和那拉提机场(NLT)的 EC 值和 PEC 值均为 1, 表明其技术管理水平较高; 而喀什机场(KHG)和塔城机场(TCG)的 EC 值和 PEC 值分别为 0.976 和 0.984, 表明其技术效率略有下降, 可能与管理水平下降或资源配置不合理有关。技术进步(TC)是效率提升的主要驱动力, 尤其是在博乐机场(BPL)和阿勒泰机场(AAT), TC 值分别达到 1.401 和 1.273, 表明技术创新对效率提升起到了关键作用; 而乌鲁木齐地窝堡国际机场(URC)和塔什库尔干机场(HQL)的 TC 值分别为 0.953 和 0.980, 表明其技术进步动力不足, 可能受规模过大或高海拔地区技术投入不足的影响。最后, 区域差异显著, 南疆地区机场(如喀什机场、和田机场)的效率普遍低于北疆地区机场(如博乐机场、阿勒泰机场), 表明区域资源配置和技术投入存在不均衡现象。

Table 4. Annual Malmquist index decomposition results of airport group operational efficiency

表 4. 机场集团运行效率年度 Malmquist 指数分解结果

	全要素生产率(TFP)	技术效率(EC)	技术进步(TC)	纯技术效率(PEC)
2022~2023	1.59	1.00	1.59	1.00
	0.96	1.01	0.97	1.01
	1.15	0.99	1.15	0.99
2019~2020	0.73	1.00	0.72	1.00
	1.17	0.99	1.17	0.99
	1.08	1.00	1.08	1.00
2016~2017	1.04	1.03	1.01	1.03
	0.96	0.97	0.99	0.97
	0.99	1.00	1.00	1.00
2013~2014	1.01	1.00	1.01	1.00

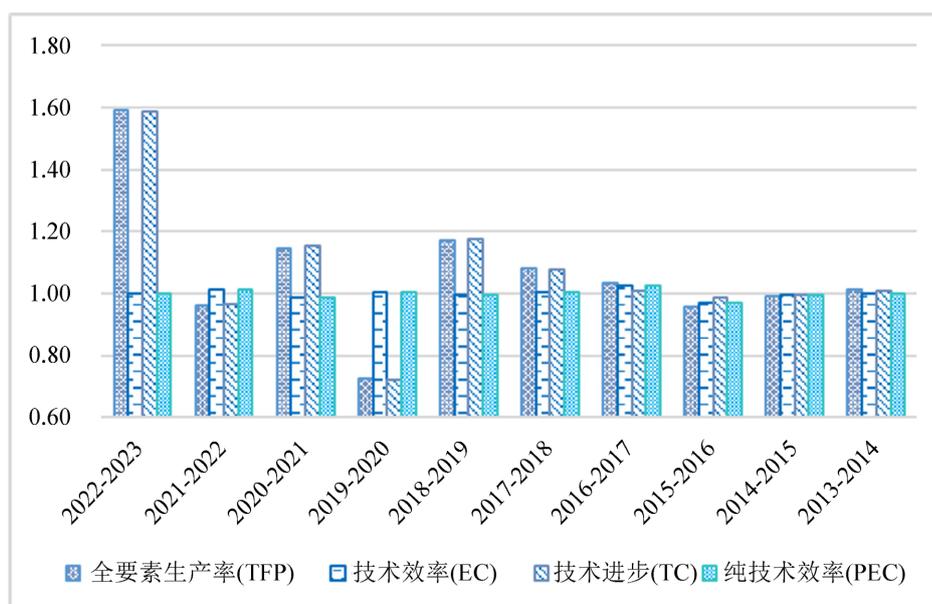


Figure 1. Annual Malmquist index of airport group operational efficiency

图 1. 机场集团运行效率年度 Malmquist 指数

Table 5. Malmquist index decomposition results of operational efficiency of each airport
表 5. 各机场运行效率 Malmquist 指数分解结果

	URC	KHG	TLQ	KRY	HMI	JBK	HQL	KRL	KCA	YIN	BPL	NLT	AAT	KJI	TCG	HTN
全要素生产率	0.94	0.92	1.10	1.02	1.02	1.00	1.00	1.01	1.00	0.97	1.16	1.01	0.98	0.99	0.97	1.00
技术效率	1.00	0.98	1.04	0.99	1.00	1.00	1.00	1.00	1.01	1.01	1.00	1.00	0.99	1.00	0.98	1.00
技术进步	0.95	1.01	1.08	1.04	1.05	1.01	0.98	1.08	1.03	1.01	1.40	1.03	1.00	1.27	0.99	1.03
纯技术效率	1.00	0.98	1.04	0.99	1.00	1.00	1.00	1.00	1.01	1.01	1.00	1.00	0.99	1.00	0.98	1.00

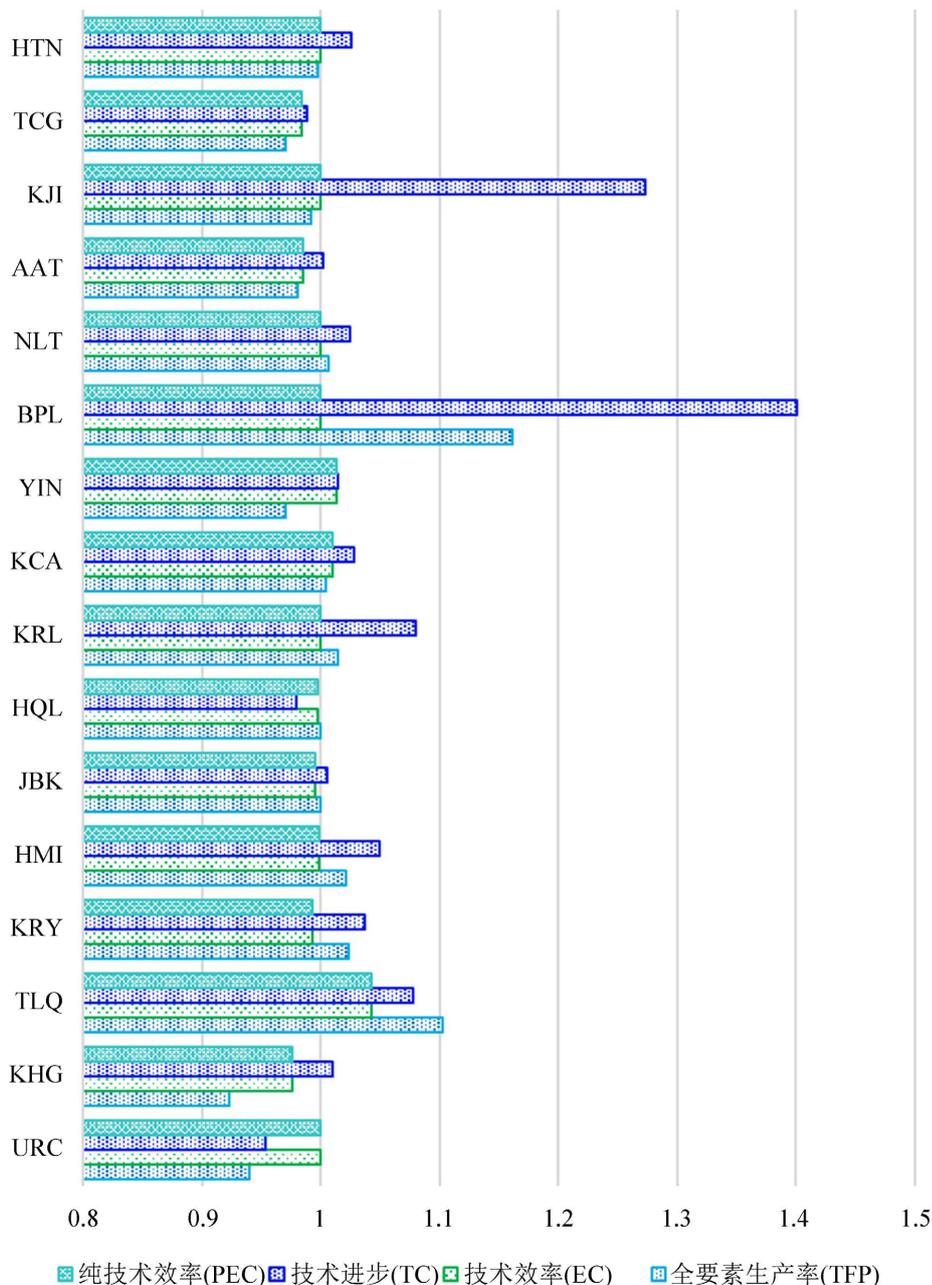


Figure 2. Malmquist index of operational efficiency for various airports
图 2. 各机场运行效率 Malmquist 指数

4. 对策和建议

(1) 加大技术创新投入, 推动技术进步

技术进步(TC)是新疆机场集团效率提升的主要驱动力, 尤其是在博乐机场(BPL)、阿勒泰机场(AAT)和吐鲁番交河机场(TLQ)等机场中表现显著。因此, 机场集团应加大技术创新投入, 推动技术进步。具体措施包括: 引入智能化、信息化技术, 推广智能化设备(如自助值机、智能安检)和信息化管理系统, 提升运营效率和服务质量; 加强技术研发与合作, 与高校、科研机构及科技企业合作, 推动机场运营技术的创新与应用; 优化技术资源配置, 针对技术进步缓慢的机场(如乌鲁木齐地窝堡国际机场、塔什库尔干机场), 加大技术投入, 提升技术创新动力。

(2) 优化资源配置, 提升技术效率

技术效率(EC)和纯技术效率(PEC)反映了机场在现有技术水平下的管理能力。针对部分机场(如喀什机场、库车机场)技术效率较低的问题, 机场集团应优化资源配置, 提升技术效率。具体措施包括: 根据各机场的实际情况, 合理配置人力、物力和财力资源, 避免资源浪费和低效使用; 加强管理人员的培训, 引入先进的管理理念和方法, 提升机场的运营效率; 推动规模效益优化, 针对规模效率较低的机场(如塔什库尔干机场、奇台机场), 调整规模结构, 避免规模过大或过小导致的效率损失。

(3) 加强核心枢纽机场的管理, 提升整体效率

作为新疆最大的国际机场, 乌鲁木齐地窝堡国际机场(URC)的全要素生产率(TFP)值下降(0.94), 表明其效率存在较大提升空间。因此, 机场集团应加强核心枢纽机场的管理, 提升整体效率。具体措施包括: 优化规模效益, 合理控制机场规模, 避免规模过大导致的资源配置不合理问题; 提升技术创新动力, 加大技术创新投入, 推动智能化、信息化技术的应用, 提升运营效率; 加强区域协同, 通过与周边机场的协同发展, 优化航线网络和资源配置, 提升整体效率。

(4) 推动区域协同发展, 缩小区域差异

南疆地区机场(如喀什机场、和田机场)的效率普遍低于北疆地区机场(如博乐机场、阿勒泰机场), 表明区域资源配置和技术投入存在不均衡现象。因此, 机场集团应推动区域协同发展, 缩小区域差异。具体措施包括: 加强区域协同发展, 通过区域协同发展, 优化资源配置, 提升整体效率; 加大南疆地区机场的支持力度, 针对南疆地区机场效率较低的问题, 加大政策支持和资金投入, 提升其技术水平和运营能力; 优化航线网络, 根据区域经济发展需求, 优化航线网络布局, 提升机场的区域辐射能力。

(5) 应对外部环境变化, 提升抗风险能力

外部环境(如新冠疫情、经济波动)对机场运营效率的影响显著, 尤其是在2019~2020年期间, 全要素生产率(TFP)和技术进步(TC)均出现显著下降。因此, 机场集团应应对外部环境变化, 提升抗风险能力。具体措施包括: 制定灵活的运营策略, 根据外部环境的变化, 及时调整运营策略, 降低外部冲击对效率的影响; 加强风险管理, 建立完善的风险管理体系, 提升机场的抗风险能力; 推动多元化发展, 通过多元化经营(如发展航空物流、临空经济), 降低对单一业务的依赖, 提升机场的可持续发展能力。

(6) 关注支线机场发展, 提升整体效率

部分支线机场(如塔什库尔干机场、奇台机场)的效率较低, 表明其在资源配置、技术水平和规模匹配方面存在较大提升空间。因此, 机场集团应关注支线机场发展, 提升整体效率。具体措施包括: 加大支线机场的支持力度, 通过政策支持和资金投入, 提升支线机场的技术水平和运营能力; 优化支线机场的资源配置, 根据支线机场的实际情况, 合理配置资源, 避免资源浪费和低效使用; 推动支线机场与枢纽机场的协同发展, 通过支线机场与枢纽机场的协同发展, 优化航线网络和资源配置, 提升整体效率。

基金项目

天津市教委自然科学基金重点项目(2021ZD004)。

参考文献

- [1] 韦薇, 夏洪山. 基于非期望产出的机场运营效率评价[J]. 系统工程理论与实践, 2014, 34(1): 138-146.
- [2] 王战斌. 基于 DEA 方法的中国机场运营效率实证研究[J]. 交通运输系统工程与信息, 2012, 12(6): 186-191.
- [3] Farrell, M.J. (1957) The Measurement of Productive Efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society: Series A (General)*, **120**, 253-290. <https://doi.org/10.2307/2343100>
- [4] Charnes, A., Cooper, W.W. and Rhodes, E. (1978) Measuring the Efficiency of Decision Making Units. *European Journal of Operational Research*, **2**, 429-444. [https://doi.org/10.1016/0377-2217\(78\)90138-8](https://doi.org/10.1016/0377-2217(78)90138-8)
- [5] Banker, R.D., Charnes, A. and Cooper, W.W. (1984) Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis. *Management Science*, **30**, 1078-1092. <https://doi.org/10.1287/mnsc.30.9.1078>
- [6] Gillen, D. and Lall, A. (1997) Developing Measures of Airport Productivity and Performance: An Application of Data Envelopment Analysis. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, **33**, 261-273. [https://doi.org/10.1016/S1366-5545\(97\)00028-8](https://doi.org/10.1016/S1366-5545(97)00028-8)
- [7] 任新惠, 孙启玲. 基于 DEA 的长三角与珠三角地区机场运营效率对比分析[J]. 交通企业管理, 2011, 26(12): 60-62.
- [8] 王茜, 杨新渥. 基于 DEA 的我国三大机场群效率分析[J]. 航空计算技术, 2017, 47(3): 45-49.
- [9] 高黎, 景崇毅, 赖桂瑾. 国内机场群运营效率对比研究[J]. 综合运输, 2020, 42(8): 8-11+27.