

基于DEA-Malmquist的云计算上市企业技术效率研究

卞万霞

南京邮电大学管理学院, 江苏 南京

收稿日期: 2025年4月23日; 录用日期: 2025年5月9日; 发布日期: 2025年6月10日

摘要

当前我国大力发展数字经济, 云计算产业作为数字经济的核心基础设施, 其技术效率的研究对产业发展和政策制定具有重要参考价值。基于此, 本文运用DEA模型对全国不同地区的35家云计算上市企业2016~2021年面板数据进行分析, 使用Malmquist指数动态研究我国云计算企业全要素生产率的变化情况, 进而从政府和企业两方面对我国云计算产业的发展提供相应建议。研究表明: 云计算产业综合技术效率尚未达到有效、综合技术水平仍需提高; 云计算产业综合技术效率受制于纯技术效率; 技术进步是制约云计算产业全要素生产率提高的主要因素。

关键词

云计算产业, 技术效率, Super-SBM, Malmquist

A DEA-Malmquist-Based Study of Technical Efficiency in Listed Cloud Computing Firms

Wanxia Bian

School of Management, Nanjing University of Posts and Telecommunications, Nanjing Jiangsu

Received: Apr. 23rd, 2025; accepted: May 9th, 2025; published: Jun. 10th, 2025

Abstract

At present, China vigorously develops the digital economy, and the cloud computing industry, as the core infrastructure of the digital economy, has an important reference value in the study of its technical efficiency for industrial development and policy formulation. Based on this, this paper uses the DEA model to analyze the panel data of 35 cloud computing listed enterprises in different regions of the country from 2016 to 2021, and uses the Malmquist index to dynamically study the

changes in the total factor productivity of China's cloud computing enterprises, which in turn provides corresponding suggestions for the development of China's cloud computing industry from both the government and the enterprises. The study shows that: the comprehensive technical efficiency of the cloud computing industry has not yet reached the effective level, and comprehensive technical level still needs to be improved; The comprehensive technical efficiency of the cloud computing industry is subject to the pure technical efficiency; Technological progress is the main factor restricting the improvement of total factor productivity in the cloud computing industry.

Keywords

Cloud Computing Industry, Technical Efficiency, Super-SBM, Malmquist

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

当前我国大力发展数字经济，云计算产业作为数字经济的核心基础设施，其技术效率的研究对产业发展和政策制定具有重要参考价值。云计算是近来兴起的一种范式，其目的是以计量、自助服务的方式提供对共享计算资源的按需、即用即付，动态可扩展的服务。其中计算资源包含硬件和软件资源[1]。互联网是云计算发展的核心，云计算可以基于互联网为用户提供快速且安全的服务与数据存储，让每一个互联网用户都可以接触到庞大的计算资源与数据中心[2]。云计算技术具有更大的存储空间、更高的运算性能，目前取得了广泛的应用。

因此，本文选择 2016~2021 年华北、华东、华西、华南共 35 家云计算上市企业进行研究，采用 CCR、BCC 模型静态分析云计算上市企业的技术效率。通过 Super-SBM 模型具体分析达到最优效率的云计算上市企业，结合 Malmquist 指数动态分析云计算上市企业的全要素生产率的变化情况。通过研究各地区云计算上市企业的技术效率，分析我国云计算产业的发展态势，进而对我国云计算产业的未来发展路径提出相应建议，更好地推动我国云计算产业发展迭代，在未来的国际竞争中保持一定的优势。

2. 文献综述

目前部分学者对云计算产业的空间布局、创新影响进行研究。比如，顾洁等(2022) [3]运用 2010~2016 年上海市 1637 家云计算企业数据，指出上海市内云计算产业空间特性，分析在不同集聚模式下企业创新的效果。吴花平等(2019) [4]构建了云计算产业的经济创新网络模型，研究云计算产业的价值获取，得出经济创新网络模式对运营商的收入有显著影响。魏玲等(2018) [5]通过改进和优化平台化管理模式，设计适用于云计算产业联盟的知识服务，实现不同类型的知识获取、存储与共享。探究传统的知识服务模式与云计算产业知识联盟的区别，得出较传统的知识服务模式，云平台的产业联盟知识服务模式能够更好地提高知识资源创新与应用效率。

部分学者对云计算技术应用进行研究。比如，李帆(2022) [6]探究了云计算技术应用于桥梁结构健康监测的技术优势，指出目前云计算在工程应用中可能出现的技术问题并提出相应解决方案。邓一星等(2022) [7]鉴于目前密码安全认证算法难以共享的现状，结合门限认证方法与门限密码共享技术，设计基于云计算技术的大规模用户密码安全认证算法，构建大规模用户密码安全认证模型。高国弘等(2022) [8]基于现有 FTP 文件传输方式和服务方式难以满足农产品的需求的困境，结合互联网和云计算技术，开发

实时预报天气的云服务平台。李彩玲等(2021) [9]针对本地计算机难以对大量舰船跨区域数据进行存储、分析和处理的难题,基于云计算技术开发了舰船跨区域数据整合平台,对大量数据传输、分析进行有效管理。程实等(2020) [10]基于目前实验教学资源不充分的现象,通过虚拟化技术构建仿真实验平台,提供大量可自由伸缩的硬件与软件资源,一键完成实验室管理。

同时,有学者研究云计算技术在企业中的应用。杨道广等(2022) [11]基于系统性与复杂性的审计工作及广泛性与交互性的数智技术应用的特点,提出云计算等数智技术在企业审计中的新逻辑与新思维——智慧审计,构建智慧审计的技术框架与运行机制。王宏伟等(2022) [12]探究数据要素特征对企业发展的促进作用,研究发现数据要素对企业发展有极大的作用,且云计算行业中利用数据要素的企业总资产净利率要显著高于不利用数据要素的企业。朱红柱(2022) [13]指出随着以大数据、云计算等为代表的新型数字技术广泛应用,会计师事务所应综合应用云计算平台和人工智能等数字技术,更好地实现注册会计师行业维护公众利益的目标。

此外,部分学者使用 DEA-Malmquist 模型来研究企业技术效率。比如,王文一和王玮(2023) [14]采用 DEA-Malmquist 模型分析规模以上工业企业的技术创新效率,得出安徽省相关企业纯技术效率在各个城市间具有较大差异。高远和刘泉红(2023) [15]分析我国各省份工业企业的技术创新效率,研究指出我国工业企业整体向好,显现不断提升的发展状态。而梁育民和张鑫琦(2024) [16]则采用 DEA-Malmquist 模型,以人工智能企业为研究对象,分析相关企业的技术创新效率,指出人工智能企业应该注重自己的运营与发展效率,减少盲目扩张态势,通过技术提升来改善企业技术效率。

通过梳理已有文献可知,现有文献对于云计算产业的研究主要集中在产业的空间布局、创新影响、技术应用方面,而对于云计算产业的技术效率研究尚少。此外,使用 DEA 模型来分析云计算上市企业技术效率的研究尚少。因此,本文选择 2016~2021 年华北、华东、华西、华南地区的 35 家云计算上市企业数据,使用 DEA 模型和 Malmquist 指数研究我国不同地区云计算上市企业的技术效率,从政府和企业两方面对云计算产业的未来发展提出建议,助力我国数字经济的发展。

3. 研究模型和数据

(一) CCR、BCC 模型

数据包络分析法于 1978 年创建,适合对多投入和多产出进行效率测算[17]。其中 CCR 模型主要为规模报酬不变情况下对综合技术效率的评估,而 BCC 模型为规模报酬可变情况下对技术效率进行评估[18]。

CCR 模型:

$$\begin{aligned}
 & \min \theta \\
 & \text{s.t.} \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} \leq \theta x_{ik} \\
 & \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{rj} \geq y_{rk} \\
 & \lambda \geq 0 \\
 & i = 1, 2, \dots, m; r = 1, 2, \dots, q; j = 1, 2, \dots, n
 \end{aligned} \tag{1}$$

BCC 模型:

$$\begin{aligned}
 & \min \theta \\
 & \text{s.t.} \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} \leq \theta x_{ik}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{rj} \geq y_{rk} \\
& \sum_{j=1}^n \lambda_j = 1 \\
& \lambda \geq 0 \\
& i=1,2,\dots,m; r=1,2,\dots,q; j=1,2,\dots,n
\end{aligned} \tag{2}$$

(二) Super-SBM 模型

CCR 和 BCC 模型都属于径向 DEA 模型, 即只考虑了在 DMU 无效率程度时, 当前所有投入与产出的等比例变化, 未考虑松弛变量等因素[19]。2002 年, Tone 在基于松弛变量的 SBM 模型的基础上又提出了 Super-SBM 模型。

$$\min \rho = \frac{1 + \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m s_i^- / x_{ik}}{1 - \frac{1}{s} \sum_{r=1}^s s_r^+ / y_{rk}} \tag{3}$$

$$\text{s.t. } x_{ik} \geq \sum_{j=1, i \neq k}^n x_{ij} \lambda_j - S_i^- \tag{4}$$

$$y_{rk} \leq \sum_{j=1, i \neq k}^n y_{rj} \lambda_j + S_r^+ \tag{5}$$

$$\sum_{j=1, i \neq k}^n \lambda_j = 1 \tag{6}$$

$$\lambda_j \geq 0, j=1,2,\dots,n; S_i^- \geq 0, i=1,2,\dots,m; S_r^+ \geq 0, r=1,2,\dots,s$$

(三) Malmquist 指数

Malmquist 全要素生产率由技术效率(*EFFCH*)和技术进步(*TECH*)构成, 其中技术效率可以分解为纯技术效率(*PECH*)和规模技术效率(*SECH*) [20]。Malmquist 指数可以通过构建时间序列函数来反映时间对生产单元的效率的影响。

$$TFP = \frac{D_n^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_n^t(x^t, y^t)} \times \left[\frac{D_n^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_n^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})} \times \frac{D_n^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_n^{t+1}(x^t, y^t)} \right]^{\frac{1}{2}} \tag{7}$$

$$TECH = \left[\frac{D_n^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_n^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})} \times \frac{D_n^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_n^{t+1}(x^t, y^t)} \right]^{\frac{1}{2}} \tag{8}$$

$$EFFCH = \frac{D_n^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_n^t(x^t, y^t)} \tag{9}$$

(四) 数据来源与指标选取

本文以投入为导向, 结合云计算上市企业的生产经营特点, 从人财物角度考虑, 参考孔詠炜等(2021) [21]、卢超和李海艳(2021) [22]和柳青和田甜(2023) [23], 选取主营业务成本、资产总额、应付职工薪酬为投入指标, 选择主营业务收入和利润总额作为产出指标。投入产出指标具体说明如表 1 所示。

Table 1. Specification of input-output indicators
表 1. 投入产出指标具体说明

指标分类	具体指标	指标具体说明
投入指标	主营业务成本	直接反映上市企业的日常开销
	资产总额	是上市企业偿还外债、生产经营、正常运作的根本
	应付职工薪酬	综合反映了劳动力的质量与数量
产出指标	主营业务收入	直观反映上市企业的盈利情况以及核心竞争优势
	利润总额	是衡量上市企业经营绩效的直接指标

鉴于云计算产业发展年限较短、数量较少的特点，本文选择了沪深交易所中云计算板块和云计算概念股的上市企业的相关数据，且根据上市企业的年报数据必须完整和可得性、选取的上市企业必须具有产业代表性的标准，在剔除数据不全以及无法获得数据的代表性上市企业后，基于决策单元数要大于投入产出总指标的三倍的原则，本文最终选取了云计算上市企业 35 家。研究时间选择 2016~2021 年，时间跨度为 6 年。数据来源于东方财富网、沪深证券交易所各企业年报。

4. 实证结果分析

(一) 基于 DEA 的静态分析

1. CCR 和 BCC 模型分析

鉴于近年来我国对数据科技领域的重视和发展，本文结合 2016~2021 年共 35 家上市企业数据，运用 DEA-Solver Pro 软件对相关指标进行静态分析，得出结果如表 2 所示。

Table 2. Technical efficiency of listed cloud computing companies from 2016 to 2021
表 2. 云计算上市企业 2016~2021 年技术效率

公司名称	综合效率	纯技术效率	规模效率	
宝信软件	0.901	0.901	0.999	irs
东华软件	1.000	1.000	1.000	-
太极股份	0.946	0.965	0.981	drs
用友网络	0.748	0.752	0.996	drs
国网信通	1.000	1.000	1.000	-
网宿科技	1.000	1.000	1.000	-
科华数据	0.846	0.858	0.986	irs
华宇软件	1.000	1.000	1.000	-
美亚柏科	0.857	0.895	0.958	irs
卫宁健康	1.000	1.000	1.000	-
东方国信	0.950	0.980	0.969	irs
长亮科技	0.900	0.923	0.975	irs
ST 泛微	0.867	0.988	0.877	irs
首都在线	1.000	1.000	1.000	-
中新赛克	0.904	1.000	0.904	irs
浪潮信息	1.000	1.000	1.000	-
星网锐捷	0.987	1.000	0.987	drs

续表

中科曙光	0.921	0.921	0.999	-
光环新网	0.999	1.000	0.999	irs
中际旭创	0.733	1.000	0.733	irs
中天科技	1.000	1.000	1.000	-
中国软件	0.868	0.870	0.998	drs
电科数字	1.000	1.000	1.000	-
深科技	0.986	1.000	0.986	drs
紫光股份	0.879	1.000	0.879	drs
远光软件	0.837	0.851	0.984	irs
国脉科技	0.756	0.777	0.972	irs
生意宝	0.784	0.894	0.877	irs
卫士通	0.914	0.919	0.995	irs
歌华有线	0.886	0.894	0.992	irs
普天科技	0.942	0.948	0.994	drs
银江股份	0.847	0.856	0.990	irs
超图软件	0.845	0.892	0.948	irs
拓尔思	0.897	0.960	0.934	irs
天玑科技	0.823	0.943	0.872	irs
均值	0.909	0.942	0.965	

由表 2 可得, 2016~2021 年云计算上市企业的综合技术效率均值为 0.909, 综合技术效率均值未达到生产前沿面, 还存在着 9.1%的提升空间。有 9 家云计算上市企业的综合技术效率达到最优, 占有上市企业的 25.7%。在综合技术效率达到最优的 9 家上市企业中: 3 家属于华北地区、5 家属于华东地区、1 家属于华西地区, 说明华北和华东地区政府鼓励相关高科技上市企业的发展, 提供优惠福利政策, 促进云计算上市企业的发展。同时, 华北和华东地区的云计算上市企业具有较好的优化升级意识, 提升技术创新能力, 进行生产技术革新, 从而促使当地云计算企业达到生产前沿面。但云计算产业中大部分上市企业未达到综合技术有效, 在资源配置能力、资源使用效率等方面存在较大的提升空间。

从纯技术效率角度分析, 云计算上市企业纯技术效率均值未达到最优水平, 在管理水平上仍有较大的提升空间。在研究期内, 有 15 家云计算上市企业达到最优水平, 但其余研究企业尚未达到最优, 表明云计算上市企业在纯技术效率提升上仍有发展空间。其中, 纯技术效率达到最优的云计算上市企业大部分位于华东, 说明华东地区的云计算上市企业有意识地对管理水平进行提升, 且在同产业中成效显著。而华北地区有 5 家上市企业达到最优纯技术效率, 说明华北地区的云计算上市企业也注重管理制度和管理水平的发展。其他地区的云计算企业则在管理水平上相对薄弱, 未来需要进一步提升。

从规模效率角度分析, 云计算上市企业规模效率均值比纯技术效率均值要高, 但距离最优规模仍存在差距。在研究期内, 云计算产业有 9 家上市企业达到最优生产规模, 6 家上市企业接近最优生产规模, 18 家云计算上市企业处于规模报酬递增阶段, 10 家云计算上市企业属于规模报酬不变阶段。其中, 华北地区和华东地区云计算上市企业达到最优生产规模的占比最多, 体现华北和华东地区对于规模效率的重视和相关资源的高使用效率。但是达到规模效率最优的上市企业数占总数的比重较小, 反映云计算上市企业需要更深入地提升自己使用生产要素的效率, 减少现有水平与最优生产规模的差距, 尽早实现行业最优生产规模。

2. Super-SBM 模型分析

本文运用 DEA-Solver Pro 软件, 结合 2016~2021 年云计算上市企业的面板数据, 基于 Super-SBM 模型对云计算上市企业进行分析, 结果如表 3 所示。

Table 3. Average value and ranking of listed cloud computing companies from 2016 to 2021

表 3. 云计算上市企业 2016-2021 年均值及排名

公司名称	2016	2017	2018	2019	2020	2021	均值	排名
宝信软件	0.680	0.990	0.720	1.200	1.690	3.870	1.530	3
东华软件	2.880	3.010	2.040	1.390	0.760	1.600	1.950	2
太极股份	0.910	0.930	0.690	0.670	0.540	0.670	0.740	24
用友网络	0.450	0.550	0.660	1.210	0.570	0.530	0.660	31
国网信通	1.690	2.150	1.060	1.200	1.300	1.560	1.490	5
网宿科技	2.040	1.120	0.840	0.560	0.490	0.530	0.930	16
科华数据	0.560	0.820	0.600	0.610	0.610	0.630	0.640	33
华宇软件	1.100	1.320	1.250	1.170	0.640	0.750	1.040	11
美亚柏科	0.590	0.840	0.760	0.660	0.640	0.690	0.700	28
卫宁健康	1.440	0.730	0.730	0.830	1.080	0.620	0.900	18
东方国信	0.730	1.440	1.350	1.150	0.580	0.620	0.980	13
长亮科技	0.700	0.850	0.570	0.760	1.090	1.000	0.830	20
ST 泛微	0.970	1.110	0.860	0.850	0.860	1.070	0.950	15
首都在线	1.360	1.380	1.470	1.490	1.360	1.270	1.390	6
中新赛克	1.000	1.140	1.220	1.570	1.050	0.650	1.110	9
浪潮信息	1.390	1.820	3.500	2.630	1.000	2.600	2.160	1
星网锐捷	1.020	1.120	1.150	1.100	0.650	0.710	0.960	14
中科曙光	0.700	0.710	0.670	0.620	0.600	0.630	0.650	32
光环新网	1.000	1.010	1.160	1.620	1.250	1.000	1.180	8
中际旭创	2.020	0.590	1.000	0.630	0.650	0.620	0.920	17
中天科技	1.000	1.530	1.910	1.530	2.000	1.010	1.500	4
中国软件	0.610	0.770	0.690	0.730	0.560	0.670	0.670	30
电科数字	1.000	1.010	0.770	0.750	0.610	0.730	0.810	21
深科技	1.020	0.710	0.720	0.620	0.580	0.610	0.710	27
紫光股份	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	12
远光软件	0.570	0.680	0.650	0.800	0.680	1.030	0.740	24
国脉科技	0.500	0.620	0.520	0.740	1.050	1.120	0.760	22
生意宝	0.730	1.280	1.240	1.300	1.310	1.380	1.210	7
卫士通	0.740	0.780	0.600	0.600	0.560	1.240	0.750	23
歌华有线	0.540	1.250	1.17	0.570	0.420	0.430	0.730	26
普天科技	0.700	0.700	0.59	0.600	0.510	0.670	0.630	35
银江股份	0.560	0.700	0.69	0.700	0.690	0.750	0.680	29
超图软件	0.610	0.700	0.60	0.650	0.600	0.700	0.640	33
拓尔思	0.670	1.130	0.76	1.010	1.520	1.380	1.080	10
天玑科技	0.680	1.000	1.02	0.830	0.850	0.820	0.870	19

由表 3 可得, 2016~2021 年云计算产业有 12 家上市企业达到 DEA 有效。其中, 排名前十的上市企业分别是浪潮信息、东华软件、宝信软件、中天科技、国网信通、首都在线、生意宝、光环新网、中新赛克、拓尔思。12 家达到 DEA 有效的上市企业中有 5 家位于华北, 4 家位于华东, 1 家位于华西, 2 家位于华南, 体现出在华北和华东地区的云计算上市企业注重发展云计算产业, 跟随科技发展的技术前沿, 更重视企业的管理水平和资源利用率、技术效率的提升。

2016~2019 年是云计算发展的高速时期, 每年达到 DEA 有效的云计算上市企业数量波动上升。国家也开始大力支持云计算产业的发展, 推出了一系列鼓励优惠政策。针对云计算产业中处于较快、较稳发展势头的头部、大型云计算上市企业, 提供税收、租房、场地上的优惠。国家鼓励牵头构建云计算高科技产业园, 推动上下游相关企业之间紧密联系, 相互合作, 减少物流、沟通成本。推动构建云计算上下游完整的供应链。而对于刚进入云计算产业的初创企业、创业型企业则落实快速审批、税务减免、场地优惠等福利, 以促进更多的技术人才、科技人才、投资者投身于云计算的探索 and 开发。在推动科技进步的同时, 增加就业机会和就业岗位。国家通过对不同状态的云计算上市企业进行差异化优惠政策, 以此推动云计算产业的快速发展, 推动中国科技在云计算方面的突破, 引领中国在云计算方面发展的先进性和前沿性。而云计算上市企业也在 2016~2019 年间飞速发展, 达到 DEA 有效的上市企业数量稳步上升。

而在 2020~2021 年, 云计算产业研发技术增长速度较前几年放缓, 海内外技术沟通交流成本增加。经济发展增速减缓等国际、国内大背景直接影响云计算相关上市企业资金投入、管理水平和资源利用率, 从而导致 2020 年云计算上市企业达到 DEA 有效的数量较前 4 年有所下降, 仅有 13 家上市企业在当年度达到了 DEA 有效。但到达 DEA 有效的上市企业大部分位于华东地区, 说明华东地区具有较好的发展环境和优惠的发展政策。华东地区的云计算上市企业较其他地区的云计算上市企业, 更注重在资金上的投入、管理水平的提升。所以此地区的云计算上市企业在 2020~2021 年间达到 DEA 有效的数量较其他地区更多, 呈现显著优势。

(二) 动态分析

1. 基于 Malmquist 指数的全要素生产率分析

本文采用 Malmquist 指数分析 2016~2021 年云计算上市企业的面板数据, 研究云计算上市企业全要素生产率动态变化, 结果如表 4 和表 5 所示。

Table 4. Malmquist index analysis of listed cloud computing companies
表 4. 云计算上市企业 Malmquist 指数分析

年份	技术效率	技术进步	纯技术效率	规模效率	全要素生产率
2016~2017	1.043	0.939	1.035	1.008	0.980
2017~2018	0.997	1.030	0.988	1.01	1.027
2018~2019	0.985	1.013	0.997	0.988	0.998
2019~2020	0.975	1.144	0.987	0.988	1.115
2020~2021	1.019	0.852	1.007	1.012	0.869
均值	1.004	0.991	1.002	1.001	0.995

由表 4 可知, 2017~2018 年云计算上市企业的全要素生产率上升了 2.7%, 主要受技术进步上升 3.0% 的影响。在 2019~2020 年云计算上市企业全要素生产率上升了 11.5%, 是研究期内全要素生产率上升最多的时期。该时期技术进步上升了 14.4%, 而技术效率下降了 2.5%, 技术进步的上升弥补了技术效率下降的影响。由此可见, 技术进步的上升可以有效推动云计算上市企业的全要素生产率的上升。而 2016~2017

年间, 云计算上市企业的全要素生产率下降了 2.0%, 技术效率上升了 4.3%, 技术进步下降了 6.1%, 技术效率的上升未能弥补技术进步下降的影响。2020~2021 年间云计算上市企业全要素生产率下降了 13.1%, 其中技术效率上升了 1.9%, 技术进步下降了 14.8%。由此可见, 2020~2021 年间云计算上市企业全要素生产率的下降主要归因于技术进步的大幅度下降, 且技术效率的上升未能抵消技术进步对于全要素生产率的影响。技术进步的变化趋势极大地影响当年的全要素生产率的变化幅度。因此, 技术进步是影响云计算上市企业全要素生产率的关键因素。

Table 5. Malmquist index decomposition of listed cloud computing firms

表 5. 云计算上市企业 Malmquist 指数分解

公司名称	技术效率	技术进步	纯技术效率	规模效率	全要素生产率
宝信软件	1.021	1.023	1.021	1.000	1.045
东华软件	1.000	0.955	1.000	1.000	0.955
太极股份	0.986	1.008	0.982	1.004	0.993
用友网络	1.031	0.988	1.031	1.000	1.018
国网信通	1.000	1.034	1.000	1.000	1.034
网宿科技	0.959	0.953	0.959	1.000	0.914
科华数据	1.011	0.998	1.008	1.003	1.009
华宇软件	0.986	0.964	0.989	0.997	0.950
美亚柏科	1.023	0.986	1.015	1.008	1.009
卫宁健康	0.984	0.931	0.987	0.997	0.916
东方国信	0.987	0.975	0.987	1.000	0.963
长亮科技	1.006	0.978	1.016	0.990	0.984
ST 泛微	1.016	0.985	1.002	1.014	1.001
首都在线	0.976	0.997	1.000	0.976	0.973
中新赛克	0.980	0.971	0.979	1.000	0.951
浪潮信息	1.000	1.021	1.000	1.000	1.021
星网锐捷	0.998	1.006	0.999	0.999	1.004
中科曙光	0.995	0.998	0.999	0.996	0.993
光环新网	1.000	1.008	1.000	1.000	1.008
中际旭创	1.045	1.000	0.984	1.062	1.045
中天科技	1.000	0.995	1.000	1.000	0.995
中国软件	1.007	1.003	1.008	0.999	1.010
电科数字	0.989	1.002	0.990	0.999	0.991
深科技	0.976	1.006	0.977	0.998	0.981
紫光股份	1.021	0.997	1.000	1.021	1.017
远光软件	1.035	0.989	1.033	1.002	1.023
国脉科技	1.038	0.977	1.052	0.987	1.014
生意宝	1.016	0.983	1.023	0.993	0.998
卫士通	1.014	1.005	1.017	0.997	1.019
歌华有线	0.982	0.991	0.991	0.991	0.973
普天科技	0.995	1.002	0.995	0.999	0.997

续表

银江股份	1.009	1.003	1.015	0.995	1.012
超图软件	1.031	0.978	1.020	1.011	1.009
拓尔思	1.022	1.003	1.008	1.014	1.025
天玑科技	0.996	0.980	1.002	0.995	0.976
均值	1.004	0.991	1.002	1.001	0.995

由表 5 可知, 2016~2021 年 35 家云计算上市企业的全要素生产率平均下降 0.5%, 其中技术效率平均增长 0.4% 不足以弥补技术进步年均下降 0.9% 的影响, 导致其全要素生产率的降低。从全要素生产率角度分析, 研究的 35 家上市企业中, 有 18 家上市企业在研究期内达到最优。其中有 9 家位于华东、6 家位于华北、2 家位于华西、1 家位于华南。这表明随着近年来云计算上市企业市场竞争强度的提高, 华东地区的云计算上市企业更容易达到相对有效状态。此地区在资金投入、政策发展、管理水平和管理制度上更具优势, 云计算产业发展势头较其他地区更加强劲, 具有较好的发展态势和前景。

从技术进步角度分析, 在选取的 35 家云计算上市企业中仅有 14 家处于技术进步上升趋势。其中, 技术进步有所提升的上市企业有 6 家位于华东地区、4 家位于华北地区、2 家位于华西地区、2 家位于华南地区, 可见华东和华北地区的云计算上市企业更加重视上市企业自身的技术水平的提升和改善, 并体现出较好的技术创新水平。

从技术效率角度分析, 在 35 家研究的云计算上市企业中, 有 21 家上市企业的技术效率显著提升。中际旭创在研究的时期内提升了 4.5%, 国脉科技在研究期内上升了 3.8%, 远光软件提升了 3.5%, 用友网络提升了 3.1%, 超图软件提升 3.1%, 是所有上市企业中技术效率提升幅度最大的 5 个上市企业。在这 5 个上市企业中, 有 2 家上市企业位于华东地区、2 家位于华北地区、1 家位于华南地区, 说明华东和华北地区对于上市企业的技术效率发展比较重视, 注重上市企业的管理水平、管理能力, 以及提升上市企业相关资源的利用率, 从而使华东和华北地区的云计算上市企业的技术效率提升幅度大。而技术效率可以分解为纯技术效率和规模技术效率。在纯技术效率方面, 有 22 家上市企业处于上升趋势, 而 18 家上市企业处于规模效率递增状态。大部分云计算上市企业在管理水平、管理制度和资源利用率上投入足够的资金和人力, 以求达到最优生产规模。

5. 结论与建议

(一) 结论

基于当前中国数字经济转型的大背景, 云计算产业作为数字经济的核心基础设施, 其技术效率的研究对产业发展和政策制定具有重要参考价值。本文运用 CCR、BCC、Super-SBM 模型和 Malmquist 指数, 从静态和动态两个角度综合分析 2016~2021 年云计算上市企业的技术效率, 从而比较研究云计算上市企业技术效率的变化趋势, 得出如下结论:

从 DEA 模型静态分析可知, 云计算上市企业综合技术效率水平尚未达到生产前沿面。在资源配置能力、资源使用效率、人员管理水平等多方面存在较大的提升空间。云计算上市企业的纯技术效率均值高于规模效率均值, 说明纯技术效率是制约综合技术效率提升的关键因素。在 2016~2021 年间, 华北和华东地区达到 DEA 有效的上市企业数最多。

从 Malmquist 指数动态分析可知, 技术进步是制约云计算上市企业全要素生产率提升的关键因素。在研究的 35 家上市企业中, 有 18 家上市企业在研究的 6 年时期内全要素生产率呈上升趋势。华东和华北地区是云计算上市企业技术进步发展最好的区域。在 35 家云计算上市企业中, 有 21 家上市企业的技

术效率有显著提升。

(二) 建议

根据上述研究结论，本文从政府和企业两方面对提升我国云计算产业的未来发展提供相应建议。

从政府角度，鉴于云计算目前的发展现状，政府应该加大对此产业的资金支持，及时出台相关的政策保障措施。政府应该继续鼓励龙头云计算上市企业进行生产技术创新、聘请高水平技术人员来提升现有的技术效率，从而提升我国云计算技术的发展水平。而对于刚进入此产业的初创企业、创业型企业予以政策支持，加快审批流程，放宽云计算产业的资金贷款限制，鼓励相关初创企业、创业型企业投身我国云计算产业建设。同时，政府应该鼓励相关上市企业聘用高水平管理人才，提高自身企业的管理水平和管理能力。

从企业角度，云计算上市企业受纯技术效率和规模技术效率的制约，从而导致综合技术效率的低下。云计算上市企业现有管理水平和管理能力尚未达到最优水平，企业的运行效率较低。企业的规模效率有待提升，资源配置能力、资源利用率有所落后。因此，云计算上市企业在高速发展的同时，应当加强管理水平、管理能力且提升资源利用率、减少资源损耗，形成规模效率递增态势，以最终达到生产前沿面。此外，制约云计算上市企业全要素生产率的主要因素是技术进步，因此云计算上市企业应当加强对技术创新、技术研发上的资金投入，通过提升技术进步来带动云计算上市企业全要素生产率的提升，从而促进云计算产业的优化发展。对于云计算产业中已经达到 DEA 有效的上市企业，应当继续保持现有的发展态势，为同产业中其他的上市企业做好榜样，积极与同产业中的上市企业分享发展经验，从而推动整个云计算产业的发展，进而助推我国数字经济的发展。

基金项目

2024 年江苏省研究生科研与实践创新计划项目“数字治理背景下我国城市宜居环境与人才集聚关系研究”(KYCX24_1117)。

参考文献

- [1] Houssein, E.H., Gad, A.G., Wazery, Y.M. and Suganthan, P.N. (2021) Task Scheduling in Cloud Computing Based on Meta-Heuristics: Review, Taxonomy, Open Challenges, and Future Trends. *Swarm and Evolutionary Computation*, 62, Article ID: 100841. <https://doi.org/10.1016/j.swevo.2021.100841>
- [2] 张纪元. 我国云计算市场特点[J]. 通信企业管理, 2022(3): 38-41.
- [3] 顾洁, 胡雯, 马双. 云计算产业空间格局、集聚模式与创新效应研究[J]. 科学学研究, 2022, 40(4): 619-631.
- [4] 吴花平, 范群林. 云计算产业的经济创新网络模型研究[J]. 技术经济与管理研究, 2019(11): 22-25.
- [5] 魏玲, 郭新朋. 基于云平台的云计算产业联盟知识服务模式研究[J]. 科技进步与对策, 2018, 35(22): 117-122.
- [6] 李帆. 云计算技术在桥梁结构健康监测中的应用[J]. 公路, 2022, 67(4): 177-181.
- [7] 邓一星, 蔡沂, 王文翰. 云计算技术下大规模用户密码安全认证算法[J]. 计算机仿真, 2022, 39(2): 141-144.
- [8] 高国弘, 刘垚, 马力文, 缙晓辉, 刘建宏. 基于移动云计算技术的农用天气预报服务平台研发——以宁夏酿酒葡萄农事活动预报为例[J]. 中国农业气象, 2022, 43(1): 61-71.
- [9] 李彩玲, 李文军, 翟淑琴. 基于云计算的舰船跨区域数据整合平台构建[J]. 舰船科学技术, 2021, 43(22): 157-159.
- [10] 程实, 李跃华, 陈晓勇, 陈善利, 葛骅. 云计算架构下的虚拟仿真实验平台建设[J]. 实验室研究与探索, 2020, 39(12): 238-241.
- [11] 杨道广, 陈波, 陈汉文. 智慧审计研究: 理论前沿、实务进展与基本结论[J]. 财会月刊, 2022(11): 15-31.
- [12] 王宏伟, 董康. 数据要素对企业发展的影响——基于云计算行业 197 家上市公司实证分析[J]. 东岳论丛, 2022, 43(3): 161-173.
- [13] 朱红柱. 会计师事务所建设用户画像系统研究[J]. 中国注册会计师, 2022(4): 67-70.

-
- [14] 王文一, 王玮. 市场竞争调节视角下政府补贴对企业技术创新效率的影响[J]. 长春理工大学学报(社会科学版), 2023, 36(6): 108-116.
- [15] 高远, 刘泉红. 我国工业企业技术创新效率评价研究——基于 31 个省(区、市)面板数据的 DEA-Malmquist 指数模型分析[J]. 工业技术经济, 2023, 42(10): 109-116.
- [16] 梁育民, 张鑫琦. 基于 DEA-Malmquist 模型的广东人工智能领军企业技术创新效率研究[J]. 科技和产业, 2024, 24(11): 66-73.
- [17] 王永萍, 茅泷丹, 王琦. 环境保护税法对京津冀上市公司创新的影响研究——基于 DEA-Malmquist 指数分解的分析[J]. 中国软科学, 2021(S1): 339-347.
- [18] 任杰, 董佳歆, 姜楠. 基于数据包络分析的小米手机网络营销绩效评价[J]. 中国软科学, 2021(S1): 297-304.
- [19] Tone, K. (2001) A Slacks-Based Measure of Efficiency in Data Envelopment Analysis. *European Journal of Operational Research*, **130**, 498-509. [https://doi.org/10.1016/s0377-2217\(99\)00407-5](https://doi.org/10.1016/s0377-2217(99)00407-5)
- [20] 徐伟, 李直儒, 施慧斌, 张媛媛. 基于 Super-SBM 模型和 Malmquist 指数的中国工业创新效率评价[J]. 宏观经济研究, 2021(5): 55-68.
- [21] 孔詠炜, 倪明, 谢家平. 物流企业运营效率影响因素实证研究[J]. 管理现代化, 2021, 41(6): 72-76.
- [22] 卢超, 李海艳. 中国高研发投入企业运营效率评价研究——基于 2017-2020 年欧盟产业研发投入记分牌数据[J]. 科技管理研究, 2021, 41(23): 56-64.
- [23] 柳青, 田甜. 中国西部地区通用航空企业运营效率比较研究——基于三阶段 DEA 模型[J]. 管理现代化, 2023, 43(6): 120-125.