

doi:10.16104/j.issn.1673-1891.2022.01.005

# 基于 DEA-Malmquist 模型的安徽省农产品物流效率分析

孙 妮,张康宇,刘 旭,邹亚南

(安徽新华学院商学院,安徽 合肥 230088)

**摘 要:**以 2009—2019 年安徽 16 市的面板数据为样本,使用 DEA-Malmquist 指数模型测度安徽农产品物流效率。研究表明:观测期内安徽省农产品物流效率总体呈下降状态,主要受农产品物流技术进步缓慢抑制;皖北城市为安徽省农产品物流发展的最短板,皖中城市其次;安徽各市农产品物流效率高低参差不齐,大部分城市农产品物流技术管理水平呈持平或增长状态而技术进步情况较差;安徽省农产品物流的全要素生产率指数与农产品物流技术进步率变化趋势相同。建议通过加强农产品物流技术投入、加强农产品物流技术管理效率、学习先进经验、加强区域合作等方式提升安徽省各市农产品物流效率。

**关键词:**DEA-Malmquist 指数;农产品;物流效率;安徽省;差异性分析

**中图分类号:**F327.54;F224 **文献标志码:**A **文章编号:**1673-1891(2022)01-0023-05

## Analysis of Agricultural Products Logistics Efficiency in Anhui Province Based on DEA-Malmquist Model

SUN Ni,ZHANG Kangyu,LIU Xu,ZOU Yanan

(Business School, Anhui Xinhua University, Hefei, Anhui 230088, China)

**Abstract:**The article takes panel data of 16 cities in Anhui province from 2009 to 2019 as samples and uses DEA-Malmquist model to measure the logistics efficiency of agricultural products in Anhui province. Research shows that during the observation period, the overall efficiency of agricultural products logistics in Anhui province declined, which was mainly restrained by the slow progress of agricultural products logistics technology; cities in northern Anhui province are the weakest spot of agricultural products logistics development followed by cities in central Anhui province; the logistics efficiency of agricultural products in various cities of Anhui is uneven, the technical management level of agricultural products logistics in most cities stands still or slightly rises while the technical progress is poor; The total factor productivity index and tech index of agricultural products logistics in Anhui province show similar tendency. Therefore, the efficiency of agricultural products logistics in Anhui province can be improved by increasing agricultural products logistics technology input, strengthening agricultural products logistics technology management efficiency, learning advanced experience and promoting regional cooperation.

**Keywords:**DEA-Malmquist index; agricultural products; logistics efficiency; Anhui province; difference analysis

### 0 引言

中国是一个农业大国,“十三五”期间,现代农业建设取得重大进展,乡村振兴实现良好开局,“十四五”期间,解决发展平衡与充分的问题,重点难点在“三农”。党的十九届五中全会审议通过的《中共中央关于制定国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标的建议》中指出,到

2025 年,农业质量效益和竞争力明显提升,这对现代农业效率提出了新的要求。高效的农产品物流体系是农业质量效益和竞争力得以提升的重要保障,农产品物流是影响农业效益的关键因素,但由于受到农产品物流投入资本、劳动力、环境、技术等因素影响,区域农产品物流效率存在较大差异。安徽是一个农业大省,深入研究安徽地区农产品物流效率问题,以安徽省 16 市为研究对象,以 2009—

**收稿日期:**2021-11-04

**基金项目:**安徽省高校优秀青年人才支持计划项目(gxyq2021048);安徽省新华学院质量工程项目(2018ppzyx02);安徽新华学院校级科研项目(2020rw003)。

**作者简介:**孙妮(1989—),女,安徽合肥人,副教授,硕士,研究方向:物流信息平台。

2019 年面板数据为样本,使用 DEA-Malmquist 模型从投入产出角度量化分析并提出对策建议对振兴安徽地区农业发展意义深远。

从研究主体来看,目前物流效率的研究主要集中于企业、行业、区域 3 个领域,针对企业物流效率多集中于企业效率、绩效评价、绿色低碳视角等方面的研究。针对行业的研究则围绕物流行业效率展开研究,从不同视角出发,使用因子分析法、熵权法、DEA 方法或者组合方法对物流行业的效率进行分析。针对区域物流效率研究则是目前研究学者比较热衷的方向,如吴春尚<sup>[1]</sup>(2020)通过构建农产品电商物流评价体系,从基础设施、信息技术、经营、环境支撑 4 个方面选取 15 个指标进行评价,并以广东省为例,使用因子分析法进行实证分析;陈月明<sup>[2]</sup>(2020)则使用 CCR、BCC 模型、超效率模型和 Malmquist 指数模型,从投入产出角度构建三级指标体系来评价佛山市低碳物流效率;张丽凤等<sup>[3]</sup>(2021)则使用 DEA-Malmquist 指数模型对东北地区的农产品物流效率进行评价。

从研究方法来看,对农产品物流效率的研究方法包括因子分析法、DEA 方法、随机前沿分析法(SFA)、灰色关联分析法等。李晋红等<sup>[4]</sup>(2021)使用 DEA-Malmquist 模型对中国农产品物流效率进行研究,表明需要加强区域合作、整合资源、加快技术创新才能促进中国农产品物流持续健康发展;汪旭晖等<sup>[5]</sup>(2015),则使用基于省际面板数据的 SFA 分析对我国农产品物流效率极其区域进行差异分析。

目前,针对安徽省的农产品物流效率,仅有余利娥<sup>[6]</sup>(2015)对皖北 6 市的农产品物流效率进行评估,仅使用 2014 年这 1 年的数据做静态研究。因此本研究从动态角度出发,建立 DEA-Malmquist 模型,依据 2009—2019 年面板数据对安徽省 16 市农产品物流效率进行分析。

## 1 模型构建

### 1.1 DEA 模型

数据包络分析(Data Envelopment Analysis, DEA)方法及其模型自 1978 年由美国著名运筹学家 A.Charnes 和 W.W.Cooper 提出以来,已广泛应用于不同行业及部门,它是根据多项投入指标和产出指标,利用线性规划的方法,对具有可比性的同类型单位进行相对有效性评价的一种数量分析方法。DEA 方法非常适用于多输入-多输出的有效性综合评价问题,发展至今,主要涵盖 CCR 模型、BCC 模型

和 DEA-Malmquist 指数模型 3 种。CCR 模型是利用线性规划评价相同类型部门间的相对有效性。BCC 模型是将原来的技术效率分成纯技术效率和规模效率 2 个部分,对于物流效率的研究更加细致直观。而 DEA-Malmquist 指数模型可以测度决策单元在不同时期效率的动态变化,因此常用来对面板数据(Panel data)进行分析。

### 1.2 DEA-Malmquist 指数

Malmquist 指数不但可以分析不同时期决策单元的效率演化,而且可以将 Malmquist 指数分解为技术效率变化指数  $A_i$  和技术进步率  $T_i$ 。

$$T_i^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1}, x^t, y^t) = \left[ \frac{F_i^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{F_i^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})} \times \frac{F_i^t(x^t, y^t)}{F_i^{t+1}(x^t, y^t)} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (1)$$

$$A_i^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1}, x^t, y^t) = \frac{F_i^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{F_i^t(x^t, y^t)} \quad (2)$$

$$M_i^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1}, x^t, y^t) = T_i^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1}, x^t, y^t) \times A_i^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1}, x^t, y^t) = \left[ \frac{F_i^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{F_i^t(x^t, y^t)} \times \frac{F_i^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{F_i^{t+1}(x^t, y^t)} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (3)$$

式(1)~(3)中: $(x^t, y^t)$ 和 $(x^{t+1}, y^{t+1})$ 分别表示第  $t$  期和第  $t+1$  期农产品物流资源的投入和产出; $F_i^t(x^t, y^t)$ 和 $F_i^{t+1}(x^t, y^t)$ 则是距离函数,分别表示第  $t$  期和第  $t+1$  期的技术效率水平; $M_i$ 表示全生产要素率。

式(1)为技术进步率(techch)计算方法,式(2)为技术效率变化指数(efch)计算方法,式(3)为全要素生产率(tfpch)计算方法。

当规模报酬可变时:技术效率变化指数(efch)=纯技术效率指数(pech)×规模效率指数(sech);全要素生产率(tfpch)=技术效率变化指数(efch)×技术进步率(techch)。

## 2 指标选取

### 2.1 投入指标

根据柯布-道格拉斯生产函数,技术、劳动力、资本为投入要素,而农产品物流领域技术要素难以获取和量化故而剔除,所以选择劳动力、资本以及物质基础作为本研究投入要素。

#### 2.1.1 等级道路总里程(km)

鉴于安徽省的实际地理位置,陆路运输为农产品的主要运输方式,故选取等级道路总里程(km)作为农产品物流物质基础指标。

#### 2.1.2 农产品物流从业人员数

该指标为劳动力投入指标,现有资料中仅有交

通运输、仓储和邮政业从业人员数,所以采用李晋红等<sup>[4]</sup>的做法,使用系数 $\gamma$ 即居民食品消费占总消费比重计算得出。

农产品物流从业人员数= $\gamma \times$ 交通运输、仓储和邮政业从业人员数,其中, $\gamma$ =最终消费率 $\times$ 居民消费率 $\times$ 恩格尔系数。

### 2.1.3 农产品物流业固定资产投资

该指标为资本投入指标,现有资料中仅有交通、运输、仓储和邮政业固定资产投资,处理方法同农产品物流从业人员数,即:农产品物流业固定资产投资= $\gamma \times$ 交通、运输、仓储和邮政业固定资产投资。

## 2.2 产出指标

产出指标方面,选择农产品数量和价值2个方面作为产出要素。

### 2.2.1 农产品货运周转量

处理方式同农产品物流从业人员数指标,即农产品货运周转量= $\gamma \times$ 货运周转量。

### 2.2.2 农产品流通总值

处理方式同农产品物流从业人员数指标,即农产品流通总值= $\gamma \times$ 交通运输、仓储和邮政业生产总值。

## 3 实证分析

安徽省农产品物流效率分析测算基础数据来源于2010—2020年《安徽统计年鉴》、安徽省各市统计年鉴,借助DEAP2.1软件进行计算,结果如图1、表1所示。

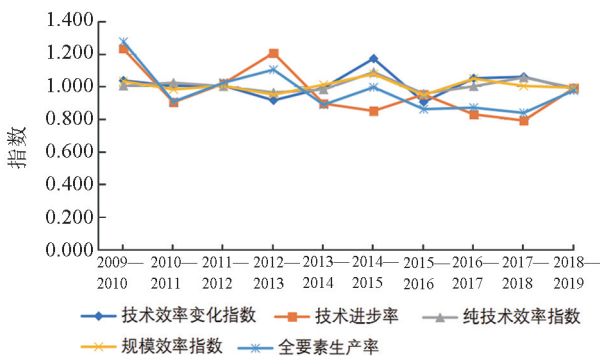


图1 2009—2019年安徽地区全要素生产率变化情况

### 3.1 整体性分析

根据安徽省整体农产品物流效率的动态变化情况来看,2009—2019年安徽省农产品物流全要素生产率变化波动较大(图1)。2009—2013年安徽省农产品物流效率呈稳中有增的变化趋势,这可能是因为,为贯彻《国务院关于印发物流业调整与振兴规划的通知》(国发[2009]8号),安徽省人民政

表1 2009—2019年安徽省16市DEA-Malmquist指数分析结果

区域	城市	effch	techch	pech	sech	tfpch	
皖北6市	淮北	1.000	0.911	1.000	1.000	0.911	
	亳州	1.000	0.914	1.000	1.000	0.914	
	宿州	1.027	0.974	1.005	1.023	1.000	
	蚌埠	1.025	0.790	1.015	1.010	0.810	
	阜阳	1.000	0.950	1.000	1.000	0.950	
	淮南	1.029	0.989	1.000	1.029	1.018	
皖北均值		1.014	0.921	1.003	1.010	0.934	
皖中4市	滁州	1.006	0.926	1.034	0.973	0.932	
	六安	0.982	0.951	0.995	0.987	0.935	
	合肥	1.008	0.919	0.983	1.026	0.926	
	安庆	1.046	1.000	1.043	1.003	1.045	
	皖中均值		1.011	0.949	1.014	0.997	0.960
	马鞍山	1.000	0.950	1.000	1.000	0.950	
皖南6市	芜湖	1.000	1.225	1.000	1.000	1.225	
	宣城	1.000	0.996	1.000	1.000	0.996	
	铜陵	1.000	0.922	1.000	1.000	0.922	
	池州	0.992	0.957	0.993	0.999	0.950	
	黄山	1.041	0.984	1.025	1.015	1.024	
	皖南均值		1.006	1.006	1.003	1.002	1.011
安徽均值		1.010	0.956	1.006	1.004	0.966	

府颁发系列支持物流发展的文件,因此,物流基础设施得到优化,农产品物流运营环境有所改善,这为农产品物流发展提供了优良的宏观环境;2013—2018年间安徽省农产品物流效率总体呈下降趋势,这是因为2013年以来,虽然农产品物流发展环境不断得到改善,但冷链物流建设仍然有限,同时受到洪涝、低温等自然灾害影响,造成其全要素生产率下降;2018—2019年间安徽省整体农产品物流效率虽然仍是下降,但变化率略有回升。具体来看,2013—2019年的安徽省农产品物流技术进步率变化指数均小于1,为负向拉动,这与农产品物流发展要素质量的提高及科学技术的发展有限有关。农产品物流易受宏观经济、气候环境和技术发展水平的影响,所以虽然部分年份的农产品物流技术效率变化指数大于1,但2013—2019年的农产品物流全要素生产率变化指数的值仍然小于1,即有所下降。

从表1的数据可知,2009—2019年安徽省农产品物流的全要素生产率变化指数的平均值为0.966,总体下降了3.4%,也就是说安徽省农产品物流效率呈下降状态。从具体指数分解上来看,安徽省平均综合效率变化指数为1.010,平均技术进步指数为0.956,故而技术进步缓慢对安徽省农产品物流效率

的发展起到了抑制作用,而由于安徽省平均纯技术效率指数为 1.006,平均规模效率指数为 1.004,故而安徽省农产品物流的新技术管理水平和利用效率都有进步,也对安徽省农产品物流效率的发展起到了促进作用。

从 Malmquist 指数分解和空间角度来看,2009—2019 年皖北 6 市农产品物流的全要素生产率变化指数的平均值为 0.934,未达到有效;皖中 4 市农产品物流的全要素生产率变化指数的平均值为 0.96,也未达到有效;皖南 6 市农产品物流的全要素生产率变化指数的平均值为 1.011,高于安徽省均值且达到 DEA 有效。其中,皖北地区和皖中地区的 Malmquist 指数分解情况有一些共同特点,其农产品技术效率变化指数均值大于 1,即为正向拉动,而农产品物流技术进步率变化指数均值均小于 1,为负向拉动,故其农产品物流效率有所下降;而皖南地区的农产品技术效率变化指数均值以及农产品物流技术进步率变化指数均值均大于 1,故其农产品物流效率有所提升。

综上,安徽省农产品物流的全要素生产率指数与农产品物流技术进步率变化趋势相同,即技术进步显著会使得地区农产品物流效率提升,技术进步受阻则会明显造成农产品物流效率下降。

### 3.2 各市差异性分析

根据表 1 中安徽省 16 市 DEA-Malmquist 指数分析结果中全要素生产率变化情况来看,仅有淮南、安庆、芜湖、黄山 4 市的农产品物流全要素生产率保持增长状态,其余 12 市均为降低。其中,皖南 6 市中的芜湖市在安徽各市中增幅最大,达到 22.5%,主要得益于农产品物流技术进步;皖中 4 市中,仅有安庆市的农产品物流全要素生产率保持增长状态,其余均为降低;而皖北城市中的蚌埠、淮北、亳州则降幅最大,分别为 21%、8.9%和 8.6%,主要受农产品物流技术进步负向拉动影响。这说明,皖北城市为安徽省农产品物流发展的最短板,皖中城市其次。

根据表 1 中 DEA-Malmquist 指数的分解情况来看,安徽省 16 市的农产品物流技术效率总体呈增长趋势,其中,安庆市增幅最大达 4.6%,黄山市其次达 4.1%,仅有六安市和池州市为负增长,其中六安市降幅为 1.8%,池州市降幅为 0.8%;滁州市、六安市、合肥市和池州市在纯技术效率和规模效率方面有负向增长趋势。综上,除六安市和池州市外,安徽省各市农产品物流技术管理水平呈持平或增长状态,技术投入结构较合理,规模效率稳中有增。

而从技术进步情况来看,16 市中仅有芜湖市农产品物流技术进步率为增长状态,涨幅达到 22.5%,其余城市中除安庆市保持持平外均为降低状态,其中蚌埠市降幅最大达 21%。同时根据表 1 容易看出,安徽省 16 市农产品物流全要素生产率与物流技术进步率变化情况保持一致,这进一步说明农产品物流技术进步和技术创新是影响安徽省各市农产品物流效率的关键因素。由此可见,除芜湖市和安庆市外,安徽省各市农产品物流技术进步情况较差,技术创新水平需要提升,技术要素质量需要提升。

根据安徽省各市农产品物流全要素生产率的分解情况,可以将安徽省 16 市分成 3 类,如图 2 所示。

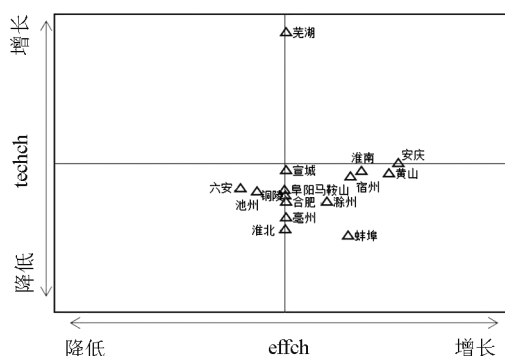


图 2 安徽省各式农产品物流效率按 Malmquist 指数分解情况

一类是农产品物流综合技术效率和技术进步率都增加(含持平)的城市,包括芜湖市和安庆市。这类城市在发展农产品物流时要素投入合理,技术更新及时,引进结构合理且管理水平较高。芜湖市作为皖南门户,近年来现代农产品物流产业发展迅速,大力加强农产品物流市场和冷链物流设施建设,打造建长三角 3 小时鲜活农产品物流圈;安庆市也不断支持现代物流体系建设,如 2019 年度对投资额  $\geq 2000$  万元的冷链物流、配送设施、农产品物流设施等项目,对固定资产投资(不含土地相关费用),按投资额的 3% 给予补助。

二类是农产品物流综合技术效率增加(含持平)但技术进步率降低的城市,包括淮北、亳州、宿州、蚌埠、阜阳、淮南、滁州、合肥、马鞍山、宣城、铜陵、黄山,这类城市在农产品物流资源有效利用方面卓有成效,但先进农产品物流技术引入和创新不足。

三类是农产品物流综合技术效率与技术进步率都降低的城市,包括六安市和池州市。这类城市的农产品物流要素投入不够合理,技术更新不及时,引进结构有待优化且管理水平有待提升。

## 4 结论及建议

### 4.1 结论

1)受宏观经济、气候环境和技术发展水平的影响,2009—2019年间安徽省农产品物流全要素生产率变化波动较大,农产品物流效率总体呈下降状态。研究发现主要因为技术进步缓慢对安徽省农产品物流效率的发展起到了抑制作用。

2)安徽省皖北城市为安徽省农产品物流发展的最短板,皖中城市其次;皖南地区的农产品物流技术与当地农产品物流的需求匹配度较好,但皖北和皖中地区的农产品物流要素投入没能有效转化为产出;皖北、皖中、皖南农产品物流技术效率变化指数均值均为有效,即农产品物流技术管理水平都在提升。

3)安徽省16市中,除六安市和池州市外,其余各市农产品物流技术管理水平呈持平或增长状态;除芜湖市和安庆市外,安徽省各市农产品物流技术进步情况较差。究其原因,农产品物流技术管理水平呈持平或增长状态的城市,技术投入结构较合理,故而规模效率稳中有增;物流技术进步情况较差的城市,技术创新水平需要提升,技术要素质量需要提升;而安徽省物流技术进步率增幅高的城市,均在农产品物流市场发展和技术提升方面有政策支持。

4)不管是从整体数据还是区域数据都显示,安徽省农产品物流的全要素生产率指数与农产品物流技术进步率变化趋势相同,也就是说,技术进步显著会使得地区农产品物流效率提升,技术进步受阻则会明显造成农产品物流效率下降。

### 4.2 建议

结合以上研究结论,为促进安徽省农产品物流健康发展,提升安徽省农产品物流效率,本研究提出建议如下。

1)加强农产品物流技术投入,加快技术创新。由研究结论可知,安徽省农产品物流的全要素生产率指数与农产品物流技术进步率变化趋势相同,故而要想提升安徽省农产品物流效率,需要从物流技术进步着手,不断提升农产品物流技术水平;此外,根据研究结果可知安徽省各市农产品物流技术进步情况较差,技术创新水平较低,要素质量需要提升。因此,要以技术进步和技术创新为目标,增强技术投入,加强农产品物流技术研发和应用。现阶段,物联网技术、冷链物流技术、5G通信技术等新技术在农产品物流领域不断以新面貌新特性发挥力量,安徽地区应积极加强以上新技术以适当形式与农产品物流融合应用,进而提升农产品物流效率。

2)加强农产品物流技术管理效率,实现要素优化配置。由研究数据可以,虽然安徽省大部分地区农产品物流技术效率变化指数 $\geq 1$ ,即农产品物流技术管理水平呈持平或增长状态,技术投入结构较合理,规模效率稳中有增,但增长幅度较小,有待提升。良好的技术管理水平会促进农产品物流与先进技术的融合,因此,在加强农产品物流技术投入的同时,也应增强农产品物流技术管理效率,实现全要素优化配置。要想实现以上目标,安徽地区应通过减少农产品物流冗余环节、加速物流环节有效衔接、进一步发展农业生产的规模化和集约化、提升农产品物流技术指导水平以及引进专业物流人才等方法,逐步提升农产品物流技术管理效率。

3)学习先进经验,加强区域合作。根据研究结果,安徽省农产品物流效率总体较低,各市农产品物流效率参差不齐,皖北、皖中、皖南区域发展不均衡。因此,在因地制宜的基础上,应加强各区域间的交流与合作,促进农产品要素的合理流动,学习农产品物流效率高的城市的管理经验和农产品物流技术引进投入方法,以高效带动低效,扬长补短,达到区域间协调发展共同进步的目的。

### 参考文献:

- [1] 吴春尚.基于因子分析的区域农产品电商物流能力评价与实证分析——以广东省为例[J].吉林农业科技学院学报,2020,29(6):16-23.
- [2] 陈月明.低碳视角下佛山市物流业效率及影响因素研究——基于超效率SBM-ML-Tobit模型[J].广东技术师范大学学报,2020,41(6):38-48.
- [3] 张丽凤,张家宁,吕赞.基于DEA-Malmquist指数模型的东北地区农产品物流效率评价[J].渤海大学学报(哲学社会科学版),2021,43(1):71-77.
- [4] 李晋红,李晶晶,吕微.基于DEA-Malmquist模型的中国农产品物流效率评价研究[J].湖北农业科学,2021,60(2):167-172.
- [5] 汪旭晖,文静怡.我国农产品物流效率及其区域差异——基于省际面板数据的SFA分析[J].当代经济管理,2015,37(1):26-32.
- [6] 余利城.基于DEA模型的皖北市域农产品物流效率分析[J].宿州学院学报,2015,30(12):6-8.