

基于 DEA 方法的物流效率纵向分析及对策研究

——以安徽芜湖为例

朱国翔¹

(安徽理工大学经济与管理学院, 安徽 淮南 232000)

【摘要】: 本文采用芜湖 2007-2017 年期间的投入和产出指标的相关数据, 分别使用 DEA-BCC 模型和 DEA-CCR 模型分析安徽省芜湖市物流的综合效率、纯技术效率和规模效率, 并分析投入与产出指标是否存在冗余和不足的现象, 从而在给出的数据表中发现安徽芜湖市物流行业在 2007—2017 年 11 年间存在的发展不足问题, 同时给出相应的对策, 期望为将来的芜湖市物流效率的提高改善提供参考借鉴意义。

【关键词】: 物流效率 DEA 综合效率 纵向分析 对策

【中图分类号】: F2 **【文献标识码】:** A

0 引言

物流是现代经济生活不可或缺的资源配置和价值创造方式, 逐渐成为衡量国家现代化程度和综合国力的重要标志。物流业是促进经济良性稳定增长难以缺失的重要组成部分。2020 年 1-9 月中国社会物流总额达 202.5 万亿元, 预计物流还会良性成长。同时, 物流效率的优劣对物流业的成长有着很大的帮助。

国内外学者对物流效率进行了大量的分析和评价研究, 主要包括数据包络分析、层次分析法、ahp-dea 模型、主成分分析法+模糊综合分析法、三阶段 dea 模型、灰色关联度等。梅国平等学者采用三阶段 DEA 对 2012-2016 年的华东地区物流效率进行测度。俞恒通过 DEA 模型对中小跨境电商企业的物流效率进行分析。陈龙等学者通过 SBM 模型和 Malmquist 指数, 考察西部十二省物流业碳排放效率。王志远等学者应用 AHP-DEA 模型动态研究淮河生态带各城市的低碳物流效率。王少芬结合主成分分析和模糊综合评价方法评价了不同流通方式的生鲜农产品物流效率。李雷学者采用共同前沿生产函数测算了中国 30 个省域的物流效率。张宁等学者构建指标评价系统研究长江大保护区域 19 个省市物流产业, 使用三阶段 DEA 模型, 对区域的物流产业效率进行了纵向和横向对比分析; 采用 Tobit 计量经济模型, 分析外因环境对物流业效率的影响程度, 采用 Malmquist 指数法动态分析物流效率的发展现状。PBajec 等学者使用集成的德尔菲层次分析法-数据包络分析方法评估物流平台的效率。

综合以上文献研究, 物流效率的研究方法, 包括 AHP-DEA 模型, 三阶段 DEA, DEA+Malmquist 指数, 随机前沿分析, 主成分分析+模糊综合评价等, 研究物流效率的工具方法很多, 其中 DEA 模型及其衍生方法居多。研究目标, 包括区域和省级的物流效率。本文将分别使用 DEA-BCC 和 DEA-CCR 模型分析芜湖市物流的综合效率、纯技术效率和规模效率, 发现芜湖市物流行业在 2007—2017 年 11 年间存在的发展不足问题, 同时给出相应的对策。

¹**作者简介:** 朱国翔(1994-), 男, 江苏泰州人, 硕士研究生, 安徽理工大学经济与管理学院, 研究方向: 物流经济、供应链管理。

1 研究方法的介绍

本文研究方法为数据包络分析，是一种多输入多输出多决策单元效率评估方法。数据包络分析不仅能用线性规划判断决策单元效率，还能获得有用管理信息。

1.1 规模报酬不变 DEA-CCR 模型

DEA-CCR 模型通常被用于分析评价规模报酬不变的决策单元间的技术有效性，数学表达式如下：

$$\begin{aligned}\min \theta &= \theta^* \\ \sum_j^* \lambda_j x_j + s^- &= \theta x_0 \\ \sum_j^* \lambda_j y_j - s^+ &= y_0 \\ \lambda_j &\geq 0 \\ j &= 1, 2, 3, \dots, n \\ s^+ &\geq 0, s^- \geq 0\end{aligned}$$

其中 λ_j 是权系数， s^+ 、 s^- 分别为松弛和剩余变量， x_j 和 y_j 分别为投入和产出指标：(1) 如果 $\theta=1$ 且 $s^+=s^-=0$ ，则决策单元 DEA 有效，技术和规模都有效，(2) 如果 $\theta=1$ ， $s^+ \neq 0$ 或 $s^- \neq 0$ ，则决策单元为弱 DEA 有效，(3) 如果 $\theta < 1$ ， $s^+ \neq 0$ 和 $s^- \neq 0$ ，则决策单元 DEA 有效。

1.2 规模报酬可变 DEA-BCC 模型

Dea-bcc 模型常用来评价决策单元间纯技术效率、综合效率和规模效率。数学表达式如下：

$$\begin{aligned}\min \delta &= \delta^* \\ \sum_j^* \lambda_j x_j + s^- &= \delta x_0 \\ \sum_j^* \lambda_j y_j - s^+ &= y_0 \\ j &= 1, 2, 3, \dots, n \\ s^+ &\geq 0, s^- \geq 0 \\ \lambda_j &\geq 0\end{aligned}$$

其中， x_j 和 y_j 分别为投入和产出指标， s^+ 和 s^- 分别为松弛和剩余变量， λ_j 为权变系数：(1) 如果 $\delta=1$ ， $s^+=0$ 且 $s^-=0$ ，则决策单元 DEA 纯技术有效，(2) 如果 $\delta=1$ 但 $s^+ \neq 0$ 或 $s^- \neq 0$ ，则决策单元为弱 DEA 纯技术有效，(3) 如果 $\delta < 1$ ，则决策单元无效，技术无效。

2 实证研究与纵向分析

2.1 指标的选取与数据的来源

物流效率评价中，根据影响物流效率的因素不同关系以及研究方向，所选指标各种各样的，但大体不会超出投入和产出指标两大类。遵循系统性、均衡性、经济性、重要性、可比性、简洁性、可得性等原则。本文考虑到数据可用性原则，选取的投入指

标为：物流业就业人员数；公路运输里程数；物流业固定资产投资。产出指标为：货运量；货运周转量；物流业生产总值。

2.1.1 投入指标

年底从事物流业的人数(人),以变量 x_1 表示,包括从事交通运输、仓储和邮政服务的人数。公路运输里程数(公里),设为变量 x_2 ,包括公路运输的全年直达里程数。物流业固定资产投资额(亿元),以变量 x_3 显现,包括从事交通运输以及仓储和邮政业等行业的全社会的固定资产投资。

2.1.2 产出指标

货运量(万吨),设为变量 y_1 ,包括交通运输、仓储和邮政业的公路运输设备的货运量。

货运周转量(万吨公里),以变量 y_2 表示,包括交通运输、仓储和邮政行业的公路运输设备的货运周转量。物流业生产总值(亿元),以变量 y_3 显示,包括从事交通运输以及仓储和邮政业的总产值。

2.2 数据来源

本文选取的芜湖市 2007-2017 年物流产业效率投入与产出数据来源于《2008-2018 年安徽省统计年鉴》和《2008-2018 年芜湖市统计年鉴》中的关于交通运输、仓储和邮政业方面的数据。把 2007-2017 年物流投入与产出数据作为决策单元,共有 11 个决策单元,这 11 个决策单元的原始样本数据整理如表 1。

2.3 DEA 模型的计算以及分析

根据 2007-2017 年安徽芜湖物流业投入与产出的原始样本数据,利用 deap2.1 软件对表 1 的数据进行分析求解,分别求出 DEA-BCC 模型和 DEA-CCR 模型的计算结果,整理数据到表 2 和表 3。

表 1 安徽芜湖市 2007-2017 年物流业投入产出原始样本数据

	产出指标			投入指标		
	货运量/万吨	货运周转量/万吨公里	物流业生产总值/亿元	物流业就业人员/人	公路运输里程数/公里	物流业固定资产投资额/亿元
2007	3978	535356	56.6648	12283	3243.18	15.7463
2008	6557	1136418	66.7881	15485	4696.08	18.7188
2009	7636	1345751	43.3777	17251	4810.13	33.4046
2010	9035	1595852	51.93	17710	4816	57.8756
2011	9473	1530389	68	23548	8824	60.88
2012	14086	2629244	75.36	23191	8824	78.3923
2013	16382	3058329	83.45	27833	9551	86.3944

2014	12078	2327089	91.7712	26241	9951	122.8811
2015	6464	835604	95.28	28067	10913	177.942
2016	6762	872445	101.51	28149	11132	222.3274
2017	7901.9	923240.5	92.27	28593	11258	185.1796

表 2 DEA-BCC 物流效率评价的软件计算结果

年份	W1	W2	W3	W4	W5	W6	θ	σ	ω	
2007	0	0	0	0	0	0	1	1	1	—
2008	0	0	0	0	0	0	1	1	1	—
2009	0	0	0	0	0	0	1	1	1	—
2010	0	0	0	0	0	0	1	1	1	—
2011	0	157892.675	0	0	575.754	0.370	0.771	0.777	0.992	irs
2012	0	0	0	0	0	0	1	1	1	—
2013	0	0	0	0	0	0	1	1	1	—
2014	0	0	0	0	0	0	0.935	1	0.935	drs
2015	2475.224	653045.896	0	0	90.368	0	0.736	0.946	0.778	drs
2016	0	0	0	0	0	0	0.782	1	0.782	drs
2017	0	326340.662	0	0	342.112	4.112	0.726	0.879	0.826	drs
平均	225.020	103389.021	0	0	91.658	0.407	0.905	0.964	0.937	

表 3 DEA-CCR 物流效率评价指标的软件计算结果

年份	W1	W2	W3	W4	W5	W6	θ
2007	0	0	0	0	0	0	1
2008	0	0	0	0	0	0	1
2009	0	0	0	0	0	0	1
2010	0	0	0	0	0	0	1
2011	0	190020.559	0	0	548.447	3.932	0.771

2012	0	0	0	0	0	0	1
2013	0	0	0	0	0	0	1
2014	732.676	0	0	0	884.941	56.586	0.935
2015	224.876	64579.530	0	0	2577.170	104.464	0.736
2016	364.237	86598.137	0	0	2891.950	145.584	0.782
2017	0	333816.626	0	0	2230.553	108.747	0.726
平均	120.163	61364.987	0	0	826.642	38.119	0.905

W1—W3 对应的是产出指标, W1 对应货运量(万吨), W2 对应货运周转量(万吨公里), W3 对应的是物流业生产总值(亿元)。W4—W6 对应的是投入指标, W4 对应物流业就业人员(人), W5 对应的是公路运输里程数(公里), W6 对应的是物流业固定资产投资额(亿元)。

2.3.1 综合效率 θ

综合效率 DEA 无效的年份中的 2014 年和 2016 年没有出现松弛变量和剩余量, 即没有发生投入冗余和产出不足现象。然而 2017 年、2011 年和 2016 年则凸显出输入冗余以及输出不足的迹象。表 2 的数据充分显示, 11 年的平均整体效率值是 0.905, 且整体效率中 2017 年最低, 为 0.726。从投入指标角度分析, 2017 年物流的公路运输里程数过长和固定资产投资产生了冗余的现象, 说明在 2017 年期间, 物流业方面的公路运输线路和固定资产投资都没有合理的规划和充分的利用, 最终导致了物流业资源方面的冗余现象。产出指标角度剖析, 货物周转量呈现出不足的迹象。

2.3.2 纯技术效率 σ

纯技术效率是基于规模效应的投入要素利用率。2007 年、2008 年、2009 年、2010 年、2012 年、2013 年、2014 年和 2016 年的纯技术效率为 1, 即 DEA 有效, 说明在现有的技术水平下, 投入要素得到了充分利用。2011 年、2015 年和 2017 年的纯技术效率小于 1, 为 DEA 无效, 表示在现有的技术条件下, 物流业生产点距离生产前沿仍然有着很大的差距, 投入产出比没有达到最优比, 投入要素被浪费了。

2.3.3 规模效率 ω

表 2 中的综合效率和规模效率对比发现, 2011 年和 2014-2017 年这 5 年的两种效率是无效的, 其余年份有效, 两种效率变化基本一致。

将表 2 与表 3 的数据进行比较, 有如下这些发现: (1) 采用 DEA-BCC 模型计算得出的综合效率和使用 DEA-CCR 模型计算得出的技术效率的结果完全一样; (2) 在 bbc 模型中, 与纯技术效率相比, 2014 年和 2016 年的规模效率不等于 1, 而纯技术效率等于 1, 没有冗余和不足, 其他规模效率不等于 1 的决策单元是冗余和不充足的 (3) 在 dea-CCR 模型中, 技术效率失效的年份分别是 2011 年、2017 年、2014 年、2016 年和 2015 年, 且均表现出投入冗余和产出不足。

2011 年公路运输里程数和物流业固定资产投资显示投入冗余, 而货运周转量表现产出短缺。2015 年的公路运输里程数出现投入冗余, 货运量和货物运输量出现产出不足。2017 年, 公路行驶里程数和物流业固定资产投资价值表明, 投入过剩, 货物周

转量突出表明产出不充足。虽然规模效应在 2014 年和 2016 年无效，但没有过剩和短缺，表明该年度的资源分配是最佳的。

2.4 安徽芜湖市物流业投入产出效率的排名情况

无论 DEA-CCR 模型还是 DEA-BCC 模型都没办法对 DEA 有效的决策单元进行有效程度的识别。换言之，无法深度分析整体效率或技术效率有效的决策单元。因此，有学者提出了超效率的 ccr 模型，即 ec2r 模型。该模型可以使“有效决策单元的效率值>1”，从而准确地对决策单元有效的年份进行排列，比较这些年的物流发展现状。此模型的数学公式：

$$\begin{aligned}\min \theta &= \theta^* \\ \sum_j^* &= \lambda_j x_j + s^- = \theta x_0 \\ \sum_j^* &= \lambda_j y_j - s^+ = y_0 \\ s^- &\geq 0, s^+ \geq 0 \\ \lambda_j &\geq 0, j = 1, 2, \dots, n\end{aligned}$$

通过 matlab 软件,采用超效率 CCR 模型,对安徽省芜湖市物流业投入产出原始样本数据进行计算得到最终结果数据并整理,排序如下:(年份;超效率值;排名)——(2007;1.23;2)(2008;1.61;1)(2009;1.00;6)(2010;1.12;3)(2011;0.77;9)(2012;1.05;5)(2013;1.07;4)(2014;0.93;7)(2015;0.73;10)(2016;0.78;8)(2017;0.72,11)

2.5 实证研究与纵向分析的结论

(1)通过 deap2.1 软件得到芜湖市 2007-2017 年的物流效率,表 2 的结果平均值表明物流效率偏中上,有待提高。2014 年—2017 年的规模效率递减,可以看出芜湖市的物流效率还有提升的空间。通过超效率 CCR 模型获得超效率物流效率排名可以看出,安徽芜湖 2013 年及以前物流发展还是比较合理,2014-2017 年物流业发展有点不合理,排名第一的是 2008 年。根据超效率的 CCR 值排序,2007 年的排名最高,2017 年最后。超效率 CCR 值越高,物流整体效率就越高,物流的资源分配就越合理。

(2)效率排名表中,2010 年排名第 3 位,2011 年排名第 9 位。对比数据表格,可看出,造成如此差距的原因在于 2011 年的物流业就业人员数增加过多,物流业就业人员数属于投入指标,人员数目增加过多,产生投入冗余,可知人员过多不一定有利。2011 年物流业固定资产投资额也明显多于 2010 年的水平,出现投入冗余现象,可知投资过多对物流业的发展也不一定有利。还有 2011 年的公路运输里程数也比 2010 年的公路运输里程数明显多了将近一倍,出现投入冗余现象,可知物流的配送路径规划是否合理的重要性。2011 年相对 2010 年,物流业就业人数,公路运输里程数和物流业固定资产投资额的投入冗余,浪费资源,使得物流成本升高,从而造成物流效率降低。资源投入过高,导致资源运用不合理不是物流效率降低的唯一原因。2009 年的物流业就业人员、公路运输里程数和物流业固定资产投资额都比 2008 年多很多,但是 2008 年的物流效率明显高于 2009 年。造成这种现象的原因是 2009 年的资源分配很糟糕,导致物流效率下降。当然,产业结构不合理也是原因之一。

(3)从物流业的投入与产出指标角度思考,影响物流效率的因素有:①物流业固定资产投资额的过多投入,甚至出现了冗余现象;②资源分配是否合理;③产业结构是否优化;④物流中心的分配位置是否理想;⑤物流业的短途运输路线的梳理的是否理想;⑥物流业所需的高新人员是否充足。

3 提高安徽芜湖物流效率的对策

3.1 加强物流技术和管理专业人员的培养和招募

数据表明，芜湖市物流业就业人员的投入并没有出现冗余现象，可见安徽芜湖市的物流业就业人员数量需求很大，几百人的数量变动，不会对物流效率产生大问题。然而，从表 2 可以剖析出，公路运输里程中存在着投入冗余，物流中心的选址和物流配送路线规划不合理，需要更多的物流技术和管理人员来规划物流中心的选址和物流配送路线，以降低物流成本，提高物流效率。

3.2 创建物流信息共享平台，优化物流资源配置

建立和完善物流信息共享平台的意义非凡。芜湖市地处长三角西南部，是华东重要的工业基地、科教基地和综合交通枢纽，因此芜湖市的物流周转量非常大，这就需要物流信息共享平台，使物流信息更透明和传递更及时，这样才能使物流资源的调配更加合理，避免出现信息不对称和资源浪费。

3.3 优化物流产业结构，提高基础设施设备利用率

从表 2 中，可以看出货运周转量产出不足的问题，有几年出现过，所以应该加大交通基础设施建设的力度，使得与外界的联系更加紧密，加强交通运输设施建设，完善综合运输网络布局，促进各种运输方式的衔接和配套，提高资源使用效率和物流运行效率，发展多式联运，合理布局物流园区，完善中转联运设施，防止产生新的分割和不衔接，加强仓储建设。

3.4 合理投入物流固定资产投资

表 2 中，2010 年的数据与 2011 年对比，清楚表明，有时候加大物流固定资产投资额，并不都是对物流效率的提高有利的，也有不利的地方。2011 年固定资产投资增加，部分导致了物流效率的降低。当然降低对物流业的固定资产投资，也是不可取，2017 年对固定资本的投入降低，使得物流效率降低。因此，只有合理投入物流固定资产投资额，既不能投入冗余，一口吃撑，阻碍物流效率的提高；又不能减少投资，使物流效率缺少动力。

参考文献:

- [1]文小羽. 区域物流业发展不平衡性与集聚度分析——基于中部六省区数据[J]. 商业经济研究, 2021, (03):94-97.
- [2]梅国平, 龚雅玲, 万建香, 等. 基于三阶段 DEA 模型的华东地区物流产业效率测度研究[J]. 管理评论, 2019, 31(10):234-241.
- [3]俞恒. 基于 DEA 模型的中小跨境电商企业物流效率影响分析[J]. 商业经济研究, 2020, (15):108-111.
- [4]陈龙, 朱昌锋, 王庆荣, 等. 中国西部十二省物流业效率及收敛性分析[J]. 物流科技, 2020, 43(07):103-109.
- [5]王志远, 潘紫娟, 陈立麋, 等. 基于 AHP-DEA 的淮河生态经济带低碳物流发展水平绩效评价体系构建[J]. 北京印刷学院学报, 2019, 27(09):37-39.
- [6]王少芬. 生鲜农产品流通方式变革与物流效率提升的研究[J]. 物流工程与管理, 2020, 42(10):126-131.
- [7]李雷. 异质性视角下中国区域物流效率评价与提升路径研究——基于共同前沿生产函数的测算[J]. 物流技术, 2020, 39(11):46-51.
- [8]张云宁, 刘子琦, 欧阳红祥, 等. 低碳环境下区域物流产业效率综合研究——基于长江大保护区域 19 个省的实证分析[J].

管理现代化, 2020, 40 (02) :33-40.

[9]Bajec P,Kontelj M,Groznik A.Assessment of Logistics Platform Efficiency Using an Integrated Delphi Analytic Hierarchy Process-Data Envelopment Analysis Approach:A Novel Methodological Approach Including a Case Study in Slovenia[J].E+M Ekonomie a Management,2020,23.

[10]霍宏敏. 基于 DEA 模型的山东省物流效率研究[J]. 当代经济, 2020, (07) :78-81.

[11]乐小兵,王学良,董君枝,等. 基于 DEA 模型的物流效率评价研究——以广西南宁为例[J]. 梧州学院学报,2019,29 (05) :1-8.

[12]赵晶. 福建省现代物流效率变动研究——基于 CCR-BCC-SEDEA 模型的比较分析[J]. 物流工程与管理, 2014, 36 (07) :34-36.

[13]刘亦迅, 郑琰. 基于 DEA 模型下港口物流效率与当地经济发展关系研究[J]. 物流工程与管理, 2020, 42 (07) :33-35.