

基于 DEA 模型的山东省 2005–2020 年 农业生产效率评价

滕 哲 赵 萍 何妮娜 聂迦南 赵红昕

(曲阜师范大学管理学院 山东 日照 276800)

【摘要】利用山东省 2005–2020 农业生产的面板数据，运用 DEA-CCR 和 DEA-BCC 模型进行农业生产效率。结果山东省农业生产效率虽未达到完全完全有效，但仍保持在较高水平，且呈曲折上升趋势。为了提升山东省整体农业生产效率，应立足各地区实际发展情况，切实减少第一产业从业人口冗余问题，促进农业集约化，高效化进程。

【关键词】DEA；纯技术效率；综合效率；规模效率

Evaluation of agricultural production efficiency in Shandong Province in 2005–2020 based on DEA model

Zhe Teng Ping Zhao Nina He Jianan Nie Hongxin Zhao

(School of Management, Qufu Normal University, Rizhao, Shandong, 276800)

[Abstract] Using the panel data of 2005–2020 agricultural production in Shandong Province, DEA-CCR and DEA-BCC model are used for agricultural production efficiency. Results Although the agricultural production efficiency in Shandong province has not been fully effective, it still remains at a high level and shows a tortuous upward trend. In order to improve the overall agricultural production efficiency in Shandong Province, it is necessary to reduce the redundancy of the working population of the primary industry, and promote the process of agricultural intensification and high efficiency.

[Key words] DEA; Pure technical efficiency; Comprehensive efficiency; Scale efficiency

1 引言

农业是一个国家的根本，是国家繁荣富强不可或缺的一环。农业作为第一产业，维系着国民生计。山东省是十三个粮食主产省区之一，山东省农业生产效率高对全国农业的影响举足轻重。因此，考察山东省农业生产效率对整个国家的农业综合生产能力都具有启发作用，能够为解决当今农业不平衡不充分情况提供借鉴作用。

关于农业生产效率评价与研究，已有许多学者通过 DEA 模型对各地农业生产效率进行建模分析。刘蔚然通过 DEA-Malmquist 模型对江苏省农业生产效率进行研究，姜懿珊基于 DEA-BCC 方法对烟台农业生产效率评价，张艳、凡启兵基于 DEA-BCC 模型对湖北省农业进行生产效率研究，卢东宁、庞超基于三阶段 DEA 模型对四川省农业进行生产效率研究，乔雅洁基于三阶段 DEA 模型分析全国各省农业产业规模经营效率。本文用 DEA 模型对山东省 2005–2020 年农业生产效率进行评价。

2 研究方法和指标选择

2.1 研究材料：数据来源来自于国家统计局、《山东统计年鉴 2021》、《山东统计年鉴 2020》、《山东

统计年鉴 2019》、《山东统计年鉴 2018》、《山东统计年鉴 2017》、《山东统计年鉴—2016》。

2.2 模型选择选择 DEA-BCC 和 DEA-CCR 两种方法进行测算。由美国著名学家 A. Charnes 和 W. W. Cooper 提出的一种线性规划模型。

2.3 模型介绍

数据包络分析是一种评价投入产出效率的方法，经过多年的发展，数据包络分析方法不断完善。本文借助数据包络分析最基础的两种模型，BCC 和 CCR 模型。

2.3.1 DEA-CCR 模型

CCR 模型假设生产单元的规模报酬不变，在这一前提下计算生产单元的效率值，其具体的数学计算形式如下：

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

在上述公式中， λ_j 表示权重， x_j 表示投入变量， y_j 表示产出变量， s^- 代表松弛变量， s^+ 代表剩余变量；决策单元有效性通过判断。

2.3.2 DEA-BCC 模型

BCC 模型假设生产单元的规模报酬可变，在这一前提下计算生产单元的效率值，其具体的数学计算形式如下：

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

公式解释与 CCR 一致，在此不再赘述。

3 由于 DEA 模型对多投入多产出问题具有天然的解决优势，本次使用 DEA 模型对山东省 2005-2020 年的农业生产效率进行评价。

3.1 本次运用 DEA-Solver Pro 5.0 软件评价山东省 2005-2020 年农业生产效率，对山东省 2005 年到 2020 年农业生产效率进行计算。运用 DEA 模型需要将指标分为两大类。一类为投入指标，另一类则为产出指标。本文在参考国家统计局、《山东统计年鉴 2021》、《山东统计年鉴 2020》、《山东统计年鉴 2019》、《山东统计年鉴 2018》、《山东统计年鉴 2017》、《山东统计年鉴—2016》等资料后，基于 DEA 模型对山东省 2005-2020 年的农业生产效率进行评价。

投入指标：（1）第一产业从业人员。第一产业是国民经济的基础产业，是上亿劳动人民赖以生存的核心产业，同时也是产品利润附加值最低的产业。第一产业从业人员往往能够准确地反映一国第一产业的发展程度。第一产业从业人数在所有产业中占比最高的国家往往较为落后。我国第一产业从业人员从 2005 年的 2582.9 万人递减至 2020 年的 1372 万人，体现了我国农业正向集约化，高效率化发展。（2）有效灌溉面积。有效灌溉面积可以直观地反映出一国农业的发达程度，有效灌溉面积体现了农业水利建设成就与农业发展的稳定程度。我国有效灌溉面积从 2005 年的 4789.96 千公顷递增至 2020 年的 5293.56 千公顷，这体现了我国水利建设形势一片大好，农业发展稳步向前。（3）农村用电量。农村用电量间接反映了农村现代化程度的落实情况。农村用电量与农村居民收入、农村居民家电拥有量息息相关，同时也是体现乡村振兴的一个重

要指标。我国农村用电量从 2005 年的 346.54 亿千瓦时曲折递增至 2020 年的 445.62 亿千瓦时。这体现了我国现代化建设卓有成效。

产出指标：（1）第一产业总值。第一产业总值可以直观反映农村产业的发展情况。是衡量农业生产效率的重要指标之一。（2）农村人均可支配收入。农村人均可支配收入可以直观地反映农村居民的生活质量水平。农村人均可支配收入的不断提高反映了第一产业正在不断优化发展。（3）粮食产量。粮食产量是体现农业生产效率的指标之一，通过粮食产量可以间接反映农业生产力的发展情况。

表一投入-产出指标体系

指标分类	具体指标	单位
产出指标	第一产业从业人员	万人
	有效灌溉面积	千公顷
	农村用电量	亿千瓦小时
投入指标	第一产业总值	万亿
	农村人均可支配收入	元
	粮食产量	万吨

3.2 CCR 模型结果分析

本次 CCR 模型对山东省 2005-2020 年农业生产效率进行评价。数据来源于国家统计局、《山东统计年鉴 2021》、《山东统计年鉴 2020》、《山东统计年鉴 2019》、《山东统计年鉴 2018》、《山东统计年鉴 2017》、《山东统计年鉴—2016》。从模型最后演算出结果可以看出，山东省山东省的 2005-2020 年农业生产效率总体呈不断上升的趋势。山东省农业规模效率、纯技术效率、技术效率在曲折中上升。我们以 2011 年为基点，将 2005-2020 年农业生产效率分为 2005-2010, 2011-2020 两部分。由表可知，2005-2010 年农业技术效率低于 0.9，相较于 2011-2020 年整体综合效率偏低。2011-2020 年农业技术效率高于 0.9，呈集约化，农业生产效率高。这说明山东省 2005-2020 年在规模效率和纯技术效率不断优化的基础上实现了技术效率的优化。印证了在党的领导下，政府人民一条线解决三农问题是行得通的。当今农村深化改革，农村现代化建设卓有成效，深入人心。

山东省农业技术效率在 2005-2014 年均无法达到 1 的原因是因为规模效率过低。从 CCR 模型可以看出规模效率过低的主要原因是第一产业从业人口冗余，从 2005 年冗余量高达 50.54% 到 2014 年冗余量高达 5.63%，第一产业从业人口数量的冗余始终是影响农业生产效率的主要因素。但需要指出的是从 2005 年冗余量高达 50.54% 到 2014 年冗余量仅为 5.63%，第一产业从业人口冗余量正不断递减，技术效率在不断增加。这反映了我国农业生产效率正在不断提高，山东省乡

表1 山东省 2005-2020 年农业生产效率

年份	综合效率	纯技术效率	规模效率	规模报酬特征
2005	0.884534	1	0.884534	不变
2006	0.851386	0.991461	0.858719	递增
2007	0.826286	0.984719	0.839108	不变
2008	0.875441	0.988046	0.886032	不变
2009	0.881352	0.979093	0.900171	不变
2010	0.880473	0.963733	0.913607	不变
2011	0.911666	0.959865	0.949785	递增
2012	0.920375	0.954808	0.963938	递增
2013	0.994849	1	0.994849	递增
2014	0.990198	0.992724	0.997455	递增
2015	1	1	1	递增
2016	0.997221	0.997451	0.999769	递增
2017	1	1	1	递增
2018	1	1	1	递增
2019	0.991624	0.998952	0.992665	递增
2020	1	1	1	递增

村振兴政策得到了很好的落实。

3.3 BCC 模型结果分析

山东省农业技术效率、纯技术效率与规模效率在 2015、2017、2018、2020 年等于 1，达到了理想状态。从这些演算结果可以看出，这四年山东省农业在农业纯技术效率与农业规模效率最优的基础上实现了农业技术效率最优。值得注意的是，本次模型结果只能说明山东省农业 2015、2017、2018、2020 年在 2005-2020 这个区间内实现了耕地技术效率最优，并不能说明上述四年是生产效率最高的年份。另一方面 DEA-CCR 模型自身有等局限性，不能成为评判农业生产效率的唯一标准。综上，本次通过 DEA-CCR 演算获得的模型结果要结合具体情况加以运用，坚持具体问题具体分析。

山东省农业 2005、2013 年纯技术效率均为 1，而技术效率却没有达到 1 即最优。通过公式技术效率 (TE)= 纯技术效率 (PTE)* 规模效率 (SE) 可知，技术效率没有达到最优的原因是因为规模效率没有达到最优。通过 DEA-Solver Pro 5.0 软件我们也获得了解决方案，即通过减少第一产业从业人员规模、削减有效灌溉面积以及降低农村用电量来达到增加规模效率，进而使农业技术效率达到最优。

4 结论

本文运用 DEA 方法中的 CCR 模型和 BCC 模型，基于 2005-2020 年山东省各地区农业生产效率的变化趋势，得出了以下结论：当假设规模效率不变时，山

东省 2005-2020 年农业技术效率曲折递增，平均值为 0.938。当假设规模效率可变时，山东省 2005-2020 年农业纯技术效率同样曲折递增，平均值为 0.988。这反映了第一产业从业人员冗余问题得到了充分解决，人均生产效率不断提高。根据 CCR 和 BCC 模型的计算结果，山东省农业生产效率总体呈现上升趋势，表明山东省农业资源利用较为充分。因此，山东省应该在保持目前发展现状的同时，合理减少第一产业从业人员，实现农业集约化，高效化发展。

参考文献：

- [1] 刘蔚然. 基于 DEA-Malmquist 模型的江苏省农业生产效率研究 [J]. 农业与技术, 2022, 42 (17): 156-158. DOI: 10.19754/j.nyyjs.20220915037.
- [2] 姜懿珊. 基于 DEA 方法的烟台农业生产效率评价 [J]. 农业与技术, 2022, 42 (10): 160-163. DOI: 10.19754/j.nyyjs.20220530039.
- [3] 张艳, 凡启兵. 基于 DEA-BCC 模型的湖北省农业生产效率研究 [J]. 湖南农业科学, 2022 (01): 91-95. DOI: 10.16498/j.cnki.hnnykx.2022.001.024.
- [4] 卢东宁, 庞超. 基于三阶段 DEA 模型的四川省农业生产效率研究 [J]. 江西农业学报, 2021, 33 (09): 120-125. DOI: 10.19386/j.cnki.jxnyxb.2021.09.018.
- [5] 乔雅洁. 基于三阶段 DEA 分析的农业产业规模经营效率评价 [J]. 山西农业科学, 2021, 49 (08): 1006-1012.