

基于DEA-Malmquist的山东省科技创新效率评价

许娜

上海工程技术大学管理学院, 上海

收稿日期: 2022年7月8日; 录用日期: 2022年8月2日; 发布日期: 2022年8月11日

摘要

社会需要进步的同时科技需要创新, 科学技术的发展将会为社会高质量发展提供强有力技术支撑, 建设我国社会主义现代化就必须要提高国家科技发展水平。本文利用BCC模型和Malmquist模型分别对山东省科技创新效率进行分析。研究发现, 山东省的科技创新情况总体呈现上升趋势, 但山东省内的各城市科技创新投入与产出的效果效率情况差距较大。对山东省科技创新情况进行年份和区域效率动态发展计算, 结果显示, 2017年到2020年的科技创新效率除规模需要扩大外效率平均值均有所上升, 此外, 各城市应根据制约因素点对点提高效率。

关键词

BCC, Malmquist, 山东省科技创新, 效率评价

Evaluation of the Efficiency of Scientific and Technological Innovation in Shandong Province Based on DEA-Malmquist

Na Xu

School of Management, Shanghai University of Engineering Science, Shanghai

Received: Jul. 8th, 2022; accepted: Aug. 2nd, 2022; published: Aug. 11th, 2022

Abstract

While society needs progress, science and technology need innovation, the development of science and technology will provide strong technical support for the high-quality development of society,

and the construction of socialist modernization in our country must improve the level of national scientific and technological development. In this paper, the BCC model and Malmquist model are used to analyze the efficiency of scientific and technological innovation in Shandong Province, respectively. The study found that the overall situation of scientific and technological innovation in Shandong Province showed an upward trend, but the gap between the effectiveness and efficiency of scientific and technological innovation input and output in cities in Shandong Province was large. According to the calculation of the dynamic development of annual and regional efficiency in Shandong Province's scientific and technological innovation situation, the results show that from 2017 to 2020, the average efficiency of scientific and technological innovation efficiency has increased except for the need to expand the scale, in addition, cities should improve efficiency point-to-point according to constraints.

Keywords

BCC, Malmquist, Science and Technology Innovation of Shandong Province, Efficiency Evaluation

Copyright © 2022 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

近年来政府大力推进科技发展,追求建设一流的国家创新体系,激发人才活力,创造高质量的科技成果,将科技创新作为我国发展重要战略支撑。山东省作为创新能力排名前列的省份,力争国家科技创新前列的排头兵,但从《中国区域创新能力评价报告 2021》可知,其创新驱动能力位于全国第六位,综合科技创新平均指数为 66.98%,排名第十但低于全国综合科技创新平均指数,从此次报告中可以看出,山东省科创领先优势有所缩小,科创带来机遇同时也迎来了挑战。樊华等人利用 DEA 和 Tobit 模型对中国省域的科创效率评价和影响因素分析[1]。徐小钦等人用 BCC 和 Malmquist 模型对重庆市进行科技创新效率评价,发现技术进步和全要素生产率较高而技术效率、纯技术效率、规模效率有所下降[2]。朱鹏颐等人基于超效率和 Malmquist 来分析福建省九个城市的科创效率变动情况及成因,研究发现多数城市科技创新发展效率偏低[3]。李瑛和崔宇威运用三阶段对高校科创效率进行评价,认为研发机构过少和研究项目过多是制约效率的主要因素[4]。潘娟和张玉喜利用 PP-SFA 方法对中国 30 个省域科创效率情况进行分析,结果表明 R&D 投入效率处于偏低水平且各省科创效率差距较大[5]。

基于此,测量科创效率是否实现最优化具有重要的现实意义。但已有的研究还存在很多不足,在空间上多对全国和部分省市进行分析,缺少对山东省科技创新的效率评价;在时间上跨度较短,难以比较效率动态变化;在研究方法上主要从静态角度进行效率分析,动态效率分析不足。针对科创效率评价,本文将研究对象聚焦于山东省,根据目前山东省各个市的科技创新实现现状进行了解,利用 DEA 的 BCC 模型和 Malmquist 模型对山东省 16 个市进行科技创新效率情况的静态和动态分析评估。

2. 山东省科技创新效率评估方法模型

2.1. DEA 数据模型

DEA 方法。DEA 又被称作为数据包络分析法,将所确定的决策单元进行相对效率分析。在本文中对山东省的科技创新效率选用 DEA 方法中 BCC 模型,在此模型中可以考虑到在规模报酬可变情况下山东

省科学技术创新的效率情况历年发展变化，以此可做效率的比较分析。山东省各城市作为决策单元，分别对科技创新进行 2017 和 2020 年的效率计算，即进行截面数据的分析。当目标规划值 = 1 时，我们可以说明该决策单元的科学技术创新情况有效，若目标规划值 < 1 时，则表明该决策单元科学技术创新效率情况存在投入和产出之间的不对等情况，具体包括科技创新的投入冗余和科技创新的结果产出不足。

2.2. Malmquist 模型

Malmquist 指数。Malmquist 指数是对多个决策单元进行不同时期动态效率情况进行分析，也就是对面板数据的动态分析，在此次指数模型中可以测算山东省 2017~2020 年科技创新的各城市动态效率变化项目值的情况。当 Malmquist 指数 ≥ 1 时，则证明，山东省的科技创新动态发展得到改善，效率得到了提高，当 Malmquist 指数 < 1 时，则证明，山东省的科技创新动态发展效率降低，需要进行改善。

3. 数据来源与指标选择

3.1. 数据来源

本文根据山东省科技创新数据的可得性和科学性，如表 1 所示共选取三个指标，其中包括一个投入指标和两个产出指标，所得数据均来源于《中国城市统计年鉴》，选取 2017~2020 年山东省的 16 个市的相关数据进行研究，确定投入和产出指标。

3.2. 指标选择

Table 1. Scientific and technological innovation input-output index system

表 1. 科技创新投入产出指标体系

项目	指标选择	指标说明
投入指标	科学技术投资(万元)	在进行相关科学技术发展研究中而投入的资金支持
产出指标	专利授权数(件)	对于专利申请授予专利证书并予以登记和公告的数量
	发明数量(件)	为解决技术问题而提出的创新技术成果

4. 科技创新效率测度与分析

4.1. 基于 DEA 中的 BCC 模型的静态分析

利用 DEA 方法中的 BCC 模型计算出 2017 年及 2020 年山东省科技创新效率情况。具体结果可见表 2。

Table 2. Scientific and technological innovation efficiency of various cities in Shandong Province in 2017 and 2020

表 2. 山东省各个市 2017 年及 2020 年科技创新效率值

城市	2017 年				2020 年			
	综合效率	技术效率	规模效率	规模收益	综合效率	技术效率	规模效率	规模收益
济南市	1.000	1.000	1.000	-	0.431	0.710	0.608	drs
青岛市	0.440	1.000	0.440	drs	0.595	1.000	0.595	drs
淄博市	0.360	0.362	0.994	drs	0.327	0.469	0.698	drs
枣庄市	0.661	0.866	0.763	irs	0.663	0.777	0.853	irs
东营市	0.243	0.301	0.809	irs	0.423	0.475	0.890	drs

Continued

烟台市	0.171	0.176	0.969	drs	0.190	0.308	0.615	drs
潍坊市	0.312	0.365	0.856	drs	0.380	0.718	0.530	drs
济宁市	0.581	0.661	0.879	drs	0.472	0.924	0.511	drs
泰安市	0.485	0.493	0.983	drs	0.531	0.582	0.912	irs
威海市	0.162	0.169	0.964	drs	0.326	0.419	0.778	drs
日照市	0.235	0.443	0.530	irs	0.281	0.319	0.879	drs
临沂市	0.643	0.702	0.916	drs	0.419	0.802	0.522	drs
德州市	0.348	0.356	0.978	irs	0.249	0.307	0.811	drs
聊城市	1.000	1.000	1.000	-	1.000	1.000	1.000	-
滨州市	0.176	0.191	0.925	irs	0.147	0.165	0.891	drs
菏泽市	0.645	0.830	0.777	irs	0.915	1.000	0.915	drs
均值	0.466	0.557	0.861		0.459	0.623	0.750	

1) 综合效率指数分析。从表 2 中可以发现, 2017 年和 2020 年的山东省科技创新综合效率值均没有实现 DEA 有效性, 综合效率值均值分别为 0.466 和 0.459, 整体呈现综合效率略微下降趋势, 且科技创新在规模报酬不变情况下的综合效率值水平较低。在 2017 年中可以发现达到综合效率有效性的只有济南市和聊城市, 其他市皆未达到生产前沿面, 投入和产出结果未达到最优效果, 在 2020 年中发现综合效率有效性的只有聊城市, 其他市未达到最优效果, 其中青岛市 2020 年的综合效率值仅为 0.595, 技术效率达到最优为 1, 而规模效率为 0.595, 所以影响青岛市综合效率的原因是规模效率低下, 应该增加青岛市的规模投资。在整个未达到综合效率最优化的城市应该注意提高资金、科技新理念、科技规模等投入水平, 激发科技创新活力。

2) 技术效率指数分析。2017 年及 2020 年山东省科技创新的纯技术效率平均值分别为 0.557 和 0.623, 这表明科技创新在纯技术效率上有所上升, 但依然其 16 个城市达到 DEA 有效性极少。还可从表中可以发现, 2020 年与 2017 年的技术效率相比得到提升城市的有淄博市、东营市、烟台市、潍坊市、济宁市、泰安市、威海市、临沂市、菏泽市。这说明这几个城市在进行科技创新投入技术得到了提高。

3) 规模效率指数分析。从平均值中可以发现山东省科技创新规模效率情况小于 1, 2017 年和 2020 年均未达到规模效率最优化, 且呈现规模效率下降情况。2017 年规模效率达到最优的有济南市和聊城市, 2020 年规模效率达到最优的有聊城市, 而青岛市、潍坊市均没有达到规模效率的平均值, 甚至在 2017 年青州市的规模效率仅有 0.440, 为达到规模效率最优化甚至低于平均规模效率值的城市应将政府对于科技创新投入资金进行合理利用实现规模效率递增。

4.2. 基于 Malmquist 模型的动态分析

1) 2017~2020 年效率变动分析。从表 3 中可以看出, 2017~2020 年山东省科技创新生产率分别为 1.120、0.8、1.692, 总体呈现上升趋势。技术效率均值上升了 0.8%, 技术进步均值上升了 14%, 由 Malmquist 指数的变化是受技术效率和技术进步的影响, 而其中技术效率又受技术效率和规模效率的影响可知, 2017 至 2018 年期间的山东省科技创新是由技术效率的原因抑制了全要素生产的上升, 即纯技术效率和规模效率的降低对其产生影响; 2018~2019 年技术效率有所改进但缺乏技术的更新换代使得科技创新的生产率有所下降; 2019~2020 年全要素生产率达到高点, 生产率为 1.692, 这主要是技术进步的结果, 但技术效

率仅为 0.890，还需要提高技术使用效率来实现科技创新生产效率的最优化。总之，山东省科技创新的生产率均值大于 1，技术效率均值为 1.008，技术进步指数为 1.140，均大于 1，这说明技术效率和技术进步对生产率的提升起到积极作用但技术效率中的规模效率制约了技术效率，山东省可以注意到改进科技创新的规模的扩大问题，以此来提高山东省科技创新的整体生产率。

Table 3. Dynamic decomposition of Malmquist index from 2017 to 2020
表 3. 2017~2020 年 Malmquist 指数动态分解

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
2017~2018	0.960	1.166	0.971	0.988	1.120
2018~2019	1.199	0.667	1.234	0.972	0.800
2019~2020	0.890	1.901	0.983	0.906	1.692
均值	1.008	1.140	1.056	0.955	1.149

2) 区域效率动态分析。从表 4 中可以看出，山东省各城市的科技创新生产率均值在不断的上升，科技创新现实情况良好。2017~2020 年除济南市、淄博市生产率为 0.724 和 0.935，生产率效率小于 1 外，其他城市生产率值均大于 1，所以济南市和淄博市生产率相对较低应该提高自身的生产率尤其是济南市在技术进步、技术效率、纯技术效率、规模效率四个方都应该得到解决，淄博市更多的是在规模效率中进行改善其次是技术进步。在生产率增长动因方面，青岛市和威海市生产率增长的原因主要是技术效率提高的结果，青岛市技术效率的进步是由规模扩大的原因，为提高青岛市的生产率还需要提高其技术进步水平；威海市的生产率的提高受到规模小的制约，需要威海市对于科技创新的加大规模的投入；枣庄市、东营市、烟台市、潍坊市、济宁市、泰安市、日照市、临沂市、德州市、聊城市、滨州市和菏泽市这 12 个城市生产率的提高主要得益于技术进步的结果，其中东营和潍坊市的技术效率和技术进步变化相差不多，发挥的推动作用几乎是同步的。

Table 4. Dynamic decomposition of Malmquist index of scientific and technological innovation in various cities in Shandong Province
表 4. 山东省各市科技创新 Malmquist 指数动态分解

城市	技术效率	技术进步	纯技术效率	规模效率	全要素生产率
济南市	0.756	0.959	0.892	0.847	0.724
青岛市	1.106	0.943	1.000	1.106	1.042
淄博市	0.969	0.965	1.091	0.889	0.935
枣庄市	1.001	1.275	0.964	1.038	1.276
东营市	1.202	1.241	1.165	1.032	1.492
烟台市	1.036	1.109	1.205	0.860	1.149
潍坊市	1.068	1.101	1.253	0.852	1.176
济宁市	0.933	1.150	1.118	0.834	1.073
泰安市	1.031	1.193	1.057	0.975	1.231
威海市	1.261	1.026	1.355	0.931	1.294
日照市	1.061	1.150	0.897	1.183	1.220

Continued

临沂市	0.867	1.164	1.045	0.829	1.009
德州市	0.895	1.236	0.952	0.940	1.105
聊城市	1.000	1.224	1.000	1.000	1.224
滨州市	0.942	1.322	0.954	0.988	1.245
菏泽市	1.123	1.272	1.064	1.056	1.430
均值	1.008	1.140	1.056	0.955	1.149

5. 结论

科技创新的发展广受重视，国家大力提倡科技人才的培育和科技创新的高质量发展，领域的发展需要有科学的评价方法进行分析效率发展现状，本文通过对 2017~2020 年山东省科技创新效率情况进行实证分析，得出以下结论：

山东省 2017~2020 年的科技创新效率总体呈现上升态势，但不同城市的科创效率情况差异较大，在 2020 年仅聊城市达到 DEA 有效，其他城市未达到有效性甚至综合效率低于综合效率平均值，各城市应该注重建立在科技创新领域的激励措施来提高各科研机构 and 人员科技研发的创作积极性。在 2017~2020 年的总体动态科技创新效率表(见表 3)中可以发现，全省的创新投入水平有所改善，平均值除规模效率外均实现加大投入，其中技术的进步对整个全要素生产率变化的提高起到了最主要的推动作用，纯技术效率发挥次之作用，但从表中可见规模效率平均值小于 1，应注意扩大城市投入规模小的科技创新规模。在地区科技创新动态效率表(见表 4)中可见各地区全要素生产率大部分达到上升态势，仅有济南市和淄博市的要素生产率动态发展有所下降，各地区应根据制约生产率的原因及时调整措施。

参考文献

- [1] 樊华, 周德群. 中国省域科技创新效率演化及其影响因素研究[J]. 科研管理, 2012, 33(1): 10-18+26.
- [2] 徐小钦, 黄馨, 梁彭勇. 基于 DEA 与 Malmquist 指数法的区域科技创新效率评价——以重庆市为例[J]. 数理统计与管理, 2009, 28(6): 974-985.
- [3] 朱鹏颐, 刘东华, 黄新焕. 动态视角下城市科技创新效率评价研究——以福建九地级市为例[J]. 科研管理, 2017, 38(6): 43-50.
- [4] 李瑛, 崔宇威. 地方高校科技创新效率评价研究——基于超效率的三阶段 DEA 分析[J]. 东北师大学报(哲学社会科学版), 2011(2): 177-181.
- [5] 潘娟, 张玉喜. 中国研发投入科技创新效率的 PP-SFA 分析——基于中国 30 个省域实证研究[J]. 系统工程, 2019, 37(2): 12-20.