

Study on Influencing Factors of Marine Science and Technology Innovation Efficiency in Shan Dong Province—Based on the Development of Marine Industry

Zhou Jiaxin^{1,a}, Lv Zuoliang^{2,b} and Jiang Lin^{3,c,*}

^{1, 2, 3}School of Economics and Management Dalian University No.10, Xuefu Street, Jinzhou New District, Dalian 116622, P. R. China

^azjx95966@163.com, ^bGTQYZX@163.net, ^c44390183@qq.com

*Corresponding author

Keywords: Efficiency of Marine science and technology innovation, Super-DEA, Marine industry

Abstract. Based on the super-efficiency DEA-CCR model, this paper calculates the innovation efficiency of marine science and technology in coastal cities of China. According to the characteristics of marine science and technology innovation efficiency in China, it analyzes and evaluates the marine science and technology innovation efficiency in Shandong Province. Then using the Tobit restricted regression model, the paper analyzes the impact of the development of three marine industries on the efficiency of marine science and technology innovation in Shandong Province. It is concluded that the marine secondary industry and the tertiary industry are positively correlated with the efficiency of marine science and technology innovation. Therefore, based on the innovation and development, Shandong Province should establish a modern marine industry system and promote the transformation and development of the marine secondary industry.

山东省海洋科技创新效率影响因素研究——基于海洋产业发展状况

周嘉欣^{1, a}, 吕作良^{2, b}, 姜琳^{3, c, *}

^{1,2,3}大连大学经济管理学院, 大连, 辽宁, 中国

^azjx95966@163.com, ^bGTQYZX@163.net, ^c44390183@qq.com

*通讯作者

关键词: 海洋科技创新效率; 超效率DEA; 海洋产业

中文摘要. 本文基于超效率 DEA-CCR 模型对我国沿海城市海洋科技创新效率进行测算, 根据我国海洋科技创新效率的特征, 对山东省海洋科技创新效率进行分析评价。随后运用 Tobit 受限回归模型, 分析了海洋三种产业发展状况对山东省海洋科技创新效率的影响, 发现海洋第二产业和第三产业与海洋科技创新效率呈正相关, 认为山东省应在创新驱动发展战略下构建现代海洋产业体系, 着力推动海洋第二产业的转型发展。

1. 引言

人类从未停止对海洋资源的开发利用, 在全球经济迅猛发展的过程中, 海洋经济的地位越来越重要。我国作为一个海洋大国, 在对海洋资源的开发利用过程中离不开科学技术的进步与创新, 提高海洋科技创新能力, 是我国海洋经济发展的重要任务之一。

2. 文献综述

从世界范围来看,海洋经济的强弱主要在于海洋科技水平的高低。国内学者从很多方面证实了发展海洋科技对我国海洋经济发展具有的重要作用。毛振鹏等^[1]采用多元线性回归模型来估计海洋科技投入与海洋经济发展的关系,提出推动海洋经济的发展要通过提升海洋科技要素投入水平来实现;王艾敏^[2]等采用空间面板回归和面板向量自回归模型,表明海洋经济与科技相互影响,相互支持;徐胜、方继梅^[3]从多个维度出发,表明了科技创新在海洋经济结构转型过程中的重要作用。

我国海洋科技起步较晚,虽近几年发展迅猛,取得了显著成就,但与发达国家相比总体上相对落后,国内各地区的海洋科技创新水平也存在差异。徐进^[4]基于投入和产出方法,构建了海洋科技创新能力分析体系,分析了我国三大海洋示范区的科技创新能力,强调了加强海洋科技投入、人才的培养和引进对提高海洋科技发展水平的重要作用;谢子远^[5]采用主成分分析法评价了我国沿海 11 个省市的海洋科技发展水平,提出在发展海洋经济过程中应该更加重视科技对经济的支撑和推动作用。

科技水平的提高与科技创新效率密切相关,它反映了研究对象的科技创新能力。赵昕,孟秀秀^[6]利用数据包络分析(DEA)方法针对海洋产业的科技效率进行综合评价,结果表明我国各地区海洋科技投入产出效率有所不同,海洋产业科技贡献率存在较大差异。

综上所述,尽管近几年国内学者对海洋科技创新效率进行了较为深入的探讨,但可以看出选取的投入产出变量具有很大相似性,而通过海洋科研机构科技人员数量或 R&D 内部支出等作为投入变量分析科技创新效率的做法较片面,只能反映出涉海科研机构的科技创新状况,而无法反映地区整体的科技创新能力,测算出的海洋科技创新效率不准确。而且在海洋科技创新效率的影响因素研究中,并没有对于某一类影响因素进行深入研究。基于此,本文引入地区海洋科技投入这一指标作为投入变量之一,以我国沿海 11 个省市地区的 2005—2016 年海洋经济的面板数据为依据,重点研究两个方面的问题:一是运用超效率 DEA-CCR 模型,对我国 11 个省市的海洋科技创新效率进行测度,根据我国海洋科技创新效率的特征,对山东省海洋科技创新效率进行比较分析;二是从产业结构角度,分析三种产业发展状况对山东省海洋科技创新效率的影响,然后进行实证检验,最后提出提高山东省海洋科技创新效率的对策建议。

3. 研究方法、指标选取与数据来源

3.1 研究方法

数据包络分析(Data Envelopment Analysis, DEA)最早在 1978 年由 Charnes、Cooper 以及 Rhodes 等人提出。它是利用线性规划技术,对一组同质决策单元(DMU)的相对效率进行有效评价。但该方法存在缺陷,在评价决策单元的效率时,可能会出现多个单元同时为相对有效(效率值均 1),致使各有效单元无法相互比较。在此基础上,Anderson 等^[7]于 1993 年提出了一种超效率 DEA-CCR 模型,使同时出现的多个有效决策单元也可以进行排序比较。本文根据研究问题的性质采用产出导向的超效率 DEA-CCR 模型,模型构造如下:

假定决策单元(DMU)的数量有 n 个,每个 DMU_i ($i=1,2,\dots,n$) 有 m 个投入变量, s 个产出变量,记决策单元 DMU_i 的投入指标为 $(X_{i1}, X_{i2}, \dots, X_{im})$, 产出指标为 $(Y_{i1}, Y_{i2}, \dots, Y_{is})$ 。 DMU_i 的投入可以表示为: $X_i = (X_{i1}, X_{i2}, \dots, X_{im})^T$, 产出可以表示为: $Y_i = (Y_{i1}, Y_{i2}, \dots, Y_{is})^T$ 。

$$\text{Min} \theta^{sup} \quad (1)$$

$$\text{s.t.} \begin{cases} \sum_{i=1}^n \lambda_i X_i - \theta^{sup} X_0 \leq 0 \\ \sum_{i=1}^n Y_i \lambda_i - Y_0 \geq 0 \\ \lambda_i \geq 0 \quad i=1,2,\dots,n \end{cases} \quad (2)$$

在规模报酬可变的情况下,综合技术效率=纯技术效率*规模效率。纯技术效率反映的是

DMU 在最优规模时投入要素的生产效率,规模效率反映的是实际规模与最优生产规模的差距。DMU 的综合技术有效指的是同时达到纯技术有效和规模有效^[8]。结合海洋科技创新投入产出的具体情况,本文在对沿海 11 个省市进行海洋科技创新效率评价时只给出综合技术效率值。

3.2 指标选取

本文选取我国沿海 11 个省市,即天津、河北、辽宁、上海、江苏、浙江、福建、山东、广东、广西、海南作为研究对象,利用 2005-2016 年各地区的数据,把每一年的每个地区作为一个决策单元(DMU),总计共有 132 个决策单元,研究其海洋科技创新综合效率。

基于现行的统计数据,选取的投入变量为**地区海洋科技投入**,反映了地区海洋科技经费支出,以及**涉海人员总数**,反映了地区海洋的人员投入;选取的产出指标为**地区海洋经济生产总值**,反映了地区海洋经济发展状况。

地区海洋科技投入推算采用以下公式:

$$\text{地区海洋科技投入} = \text{地区科技投入} * \text{地区海洋 GDP} / \text{地区 GDP} \quad (3)$$

3.3 数据来源

本文的投入产出数据来源于《中国海洋统计年鉴》(2006—2017)、《2005—2016 年全国科技经费投入统计公报》。

4. 实证结果分析

本文利用 DEA Solver5.0 对产出导向的超效率 DEA-CCR 模型进行测算,得到沿海 11 个省市海洋科技创新效率如表 1 所示。

我国各省及地区的海洋科技创新效率总体呈上升趋势,增长幅度 42.37%,发展势头良好,但水平仍然较低,总体均值仅为 0.72,只有海南、河北、上海、江苏、广西五个地区历年总体的海洋科技创新效率高于均值。而在最新的统计数据中,2016 年全国只有上海市和江苏省达到了效率有效(≥ 1),而天津、河北、辽宁以及海南的效率均有下降。

本文旨在研究山东省海洋科技创新效率。在全国范围内,山东省的海洋科研力量雄厚,根据模型中的投入变量之一海洋科技投入,山东省海洋科技投入在各省 12 年总和中位列第三,仅次于广东、上海,且其涉海科研机构数量在全国优势明显。和全国稳步增长的趋势一致,山东省海洋科技创新效率从 2005 年的 0.55 增长到了 2016 年的 0.89,增长幅度为 61.82%,高于全国总体上升幅度。2005—2013 年山东省海洋科技创新效率都低于当年全国平均水平,近几年才有提高,但优势并不明显,其 12 年效率的均值仍然低于全国水平,在 11 个省市中仅位列第五。与南方海洋优势地区上海和江苏相比,存在差距。综上,山东省的海洋科技创新效率较低,与地区所拥有的海洋科研力量不符,应积极进行产业升级,优化产业结构,从根本上提高海洋科技创新效率。

表 1 我国沿海地区海洋科技创新效率(2005—2016 年)

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	均值	排名
天津	0.51	0.46	0.48	0.53	0.58	0.71	0.76	0.79	0.83	0.87	0.84	0.76	0.68	6
河北	0.71	0.98	1.00	1.06	0.81	0.86	0.92	0.94	0.95	1.03	1.00	0.94	0.93	2
辽宁	0.38	0.43	0.43	0.47	0.46	0.50	0.56	0.57	0.59	0.62	0.62	0.54	0.51	10
山东	0.55	0.61	0.58	0.61	0.62	0.65	0.70	0.73	0.75	0.82	0.86	0.89	0.70	5
上海	0.60	0.82	0.82	0.86	0.76	0.85	0.83	0.85	0.89	0.87	0.92	1.04	0.84	3
浙江	0.52	0.43	0.43	0.43	0.48	0.51	0.54	0.55	0.56	0.57	0.60	0.64	0.52	9
江苏	0.41	0.47	0.56	0.56	0.67	0.79	0.87	0.89	0.88	0.94	0.97	1.05	0.76	4
福建	0.58	0.57	0.62	0.63	0.58	0.58	0.61	0.60	0.63	0.68	0.75	0.81	0.64	7
广东	0.56	0.51	0.48	0.48	0.49	0.54	0.54	0.58	0.59	0.66	0.68	0.72	0.57	8
广西	0.57	0.77	0.80	0.77	0.68	0.69	0.70	0.73	0.77	0.82	0.92	0.93	0.76	4
海南	1.12	1.00	1.00	1.06	0.88	0.97	0.93	0.89	0.95	0.94	1.06	0.97	0.98	1
均值	0.59	0.64	0.66	0.68	0.64	0.70	0.72	0.74	0.76	0.80	0.84	0.84	0.72	

5. 山东省海洋科技创新效率影响因素分析

高田义、常飞等^[9]认为导致海洋科技创新效率不足的主要原因之一就是由于海洋产业结构的层次较低。故本文从产业结构角度,通过建立 Tobit 受限回归模型,分析海洋三大产业发展现状对海洋科技创新效率的影响度。

模型的基本形式为:

$$y_{it}=c+\beta_1X1_{it}+\beta_2X2_{it}+\beta_3X3_{it}+\mu \quad (4)$$

$$y_{it}=\begin{cases} 0 & \text{if } y_{it}^* \leq 0 \\ y_{it}^* & \text{if } y_{it}^* > 0 \end{cases} \quad (5)$$

式中, y_{it} 代表某地区 2005—2016 年海洋科技创新效率, $X1$ 、 $X2$ 、 $X3$ 分别表示为海洋第一、二、三产业发展状况,数据均来源于《中国海洋统计年鉴》(2006—2017),其计算公式如下:

$$X1=\text{海洋第一产业总值/海洋生产总值} \quad (6)$$

$$X2=\text{海洋第二产业总值/海洋生产总值} \quad (7)$$

$$X3=\text{海洋第三产业总值/海洋生产总值} \quad (8)$$

根据沿海地区科技创新效率,选取科技投入排名和海洋科技创新效率成正比且科技创新效率高于山东省的地区上海市,与山东省进行比较。本文利用 Eviews10.0 软件,选择 Tobit 模型,将收集的数据导入,经过分析计算之后的回归结果如下表所示。

表 2 山东省及上海市海洋科技创新效率的 Tobit 模型回归结果

变量	山东		上海	
	相关系数	P 值	相关系数	P 值
$X1$	-1.8340	0.3251	-331.9945	0.1163
$X2$	-0.8038	0.0251**	1.1886	0.0164**
$X3$	2.6952	0.0000***	1.0563	0.0000***

注: *、**和***分别表示在 10%、5% 和 1% 的统计水平上显著。

分析表 2 可见:

(1) 对于山东省和上海市,海洋第一产业对海洋科技创新效率均呈现一定的负相关性,但并不显著。说明海洋第一产业与海洋科技创新效率没有必然关系。海洋第一产业主要为海洋渔业,在消耗大量资源的同时对劳动力的需求较高,发展模式相对来说较落后,对科学技术需求较低。虽然近几年为促进海洋渔业高质量发展提出了很多现代化的养殖技术,但由于第一产业占比较低,所以对海洋科技创新效率的影响并不显著。

(2) 海洋第二产业的技术密集程度较高,这一特点决定了它的产业层次高低会对整个海洋科技创新效率产生积极还是消极的影响。山东省海洋第二产业与海洋科技创新效率呈现负相关,主要原因就是海洋第二产业技术创新程度较低。山东省海洋经济发展很大程度是依靠海洋传统产业实现,而海洋新兴产业发展则相对落后^[10]。相反,上海市的海洋第二产业与海洋科技创新效率呈现正相关,表明这个地区的产业结构层次较高,在产业升级过程中表现良好,所以当产业发展状况良好的时候,海洋科技创新效率也会得到一定的提高。

(3) 近年来,海洋第三产业中的海洋科研教育管理服务地位突出,对海洋科技创新发展的贡献显著。山东省是国家海洋科技创新的重要基地,根据 2017 年中国海洋统计年鉴,山东省拥有 20 个科研机构,科研机构人员、课题数等均排在全国前三。实证结果显示,山东省海洋第三产业发展状况与海洋科技创新效率呈正相关,与上海市一致,且符合假设。表明山东省海洋第三产业的发展状况良好,对海洋科技创新效率的提高有促进作用。

6. 结论与建议

本研究采用产出导向的超效率 DEA-CCR 模型对沿海 11 个省市的海洋科技创新效率进行分析和评价,发现山东省海洋科技创新效率较低。然后运用 Tobit 受限回归方程探讨了山东省三大海洋产业发展状况对海洋科技创新效率的影响,发现海洋第二、三产业的发展状况与海洋科技创新效率有显著的正相关关系。而山东省海洋创新效率较低主要是由于海洋第二产业技术创新程度不足。由此,提出提高山东省海洋科技创新效率的建议:

6.1 构建现代海洋产业体系

构建现代海洋产业体系是转变海洋经济增长方式,顺应时代发展趋势的现实要求。坚持创新驱动的发展方式,在山东省沿海地区重点布局一批海洋科技产业区域创新载体,加快发展海洋高新技术产业,提高产业结构的技术水平。政府要加大对海洋高新技术产业的资金支持力度,完善成果转化及应用机制,搭建技术转让平台,充分发挥山东省科研力量优势。

6.2 提升海洋第二产业技术创新能力

在海洋第二产业方面,要着力推动产业的调整和发展,加快海洋产业结构优化升级,提高产业结构层次水平。海洋能源业除了加大对新资源的储备力度外,在传统能源的勘探开发过程中要坚持科技创新,积极利用先进技术手段扩大勘探范围与深度,旨在提高勘探的成功率和采收率。海洋盐业要探索新技术对制盐工艺进行改造,提高资源的利用率和产品质量。加大对海洋船舶工业等传统行业的政策支持与经济投入。对于海洋生物医药业、海洋化工业、海水利用业和海洋电力、海洋工程建筑业等技术密集型高端产业,要发挥山东省海洋科研力量优势,加快技术研发和科技成果转化,积极学习国际先进技术,与先进科研机构或企业合作,不断创新。提升海洋第二产业自主创新能力,塑造产业的核心竞争力。

6.3 推进海洋第三产业演进

随着经济增长,海洋产业结构应呈现第三产业比例不断上升的规律。山东省在滨海旅游业、海洋交通运输业等方面与中国其他沿海省市相比具有相对明显的优势,但是仍有很大的发展空间。要注重沿海港口的建设和发展,政策扶持并鼓励港口企业积极创新,加快信息化建设,发展智能化港口管理,建设与港口吞吐量相适应的现代化的运输船队。对于滨海旅游业,要将新型科学技术引入到海洋旅游活动中,满足现代化市场需要,通过科技创新推动产业转型发展。

References

- [1] MAO Zheng-peng, MA Xiu-zhen, An empirical study on the relationship between the input of marine science and the development of marine economy in Shandong province, *Journal of Qingdao University of Science and Technology(Social Sciences)*, vol.2, pp. 68-70, 2015.
- [2] WANG Ai-min, The Interactive Mechanism Between Marine S&T and Marine Economy, *China Soft Science*, vol.8, pp. 40-49, 2016.
- [3] Xu Sheng, Fang Jimei, Study on the Influencing Factors of Scientific and Technological Innovation in the Transformation of Marine Economic Structure, *Journal of Ocean University of China(Social Sciences)*, vol.4, pp. 1-6, 2017.
- [4] Xu Jin, Comparative Study of Marine Sci-Tech Innovation Capacity in Three National Marine Economy Demonstration Zones, *Science & Technology Progress and Policy*, vol.16, pp. 35-39, 2012.
- [5] XIE Zi-yuan, Difference of Marine S&T Innovation Level of Costal Provinces in China and Its Influence on Development of Marine Economy, *Scientific Management Research*, vol.3, pp. 76-79, 2014.

- [6] ZHAO Xin, MENG Xiu-xiu, Marine industry technology support efficiency evaluation based on DEA, *Chinese Fisheries Economics*, vol.3, pp. 94-98, 2013.
- [7] Anderson P, Petersen, Niels Christian. A procedure for ranking efficient units in data envelopment analysis, *Management Science*, vol.10, pp. 1261-1264, 1993.
- [8] Fan Hua, Empirical Study on the Efficiency of China's Regional Marine Science and Technology Innovation and Its Influencing Factors, *Ocean Development and Management*, vol.9, pp. 57-64, 2011.
- [9] Gao Tianyi, Chang Fei, Gao Siqi, Structural Transformation and Updating of Marine Economic Industry in Qingdao Based on Innovation Efficiency of Science and Technology, *Management Review*, vol. 12, pp. 42-48, 2018.
- [10] Jiang Wenming, Analysis of the Development of Shandong's Emerging Marine Industries and Solutions, *Journal of Ocean University of China(Social Sciences)*, vol.2, pp. 14-18, 2013.