

Evaluation of Ship Industry Agglomeration Level and Agglomeration Efficiency in the Bohai Sea Rim

Ru JIN^{1,a}, Jianke GUO^{1,b} and Fei LI^{2,c*}

¹ Research Center of Ocean Economy and Sustainable Development, Liaoning Normal University, Dalian, Liaoning, China;

² National Marine Environmental Monitoring Center, Dalian, Liaoning, China;

^ajinru0401@163.com, ^bgjianke98@126.com, ^clifei086@sina.com

*Corresponding author

Keywords: Shipbuilding industrial; Scale agglomeration; Market agglomeration; Agglomeration efficiency; the Bohai Rim region.

Abstract. Taking the 7 cities in the Bohai Sea Rim region as examples, the Location quotient and the Concentration ration of industry was used to measure the scale level and the market agglomeration level of the shipbuilding industry in each region from 2009 to 2016, and the DEA model was used to evaluate the efficiency of the agglomeration. The main conclusions are as follows: 1) There is a big difference in the level of ship industry agglomeration in various regions. Huludao and Qinhuangdao are large-scale clusters, Dalian and Qingdao are market-concentrated areas, Yantai and Weihai are in a concentrated area, and Tianjin is a low-concentration area. 2) The gathering efficiency of Dalian and Huludao have the highest concentration efficiency; Qingdao is second only to Dalian and Huludao, Weihai and Yantai at the medium level; Qinhuangdao and Tianjin's shipbuilding industry are less efficient. 3) The scale of Dalian's agglomeration is the most reasonable. Huludao has a certain degree of input redundancy, which can appropriately reduce the scale of agglomeration. There is still much room for development in shipbuilding industry in other regions.

1. 引言

船舶产业是关系到国家安全与国民经济发展的战略型综合性产业，中国船舶产业自2006年开始进入快速发展阶段，2010年中国造船完工量超过韩国，持续八年成为全球第一造船大国，在中国经济发展中占有举足轻重的地位。由于船舶产业的发展对区域资源禀赋要素要求较高，多呈沿海临江分布，中国船舶产业已呈现明显的集聚发展态势，已形成环渤海、长三角、珠三角三大造船产业集聚区，环渤海造船产业集聚区更是中国北方船舶制造工业的核心地带，对环渤海船舶地区船舶产业集聚水平与集聚效率进行针对性研究有明显的现实意义与实用价值。当前船舶产业的研究中关于船舶产业集聚或集群研究多以定性分析以及省际定量研究为主。船舶产业集聚水平方面多运用基尼系数与区位熵指数进行分析^[1-2]，也有学者采用空间统计的方法对不同类型船舶企业的空间布局进行了分析^[3]。关于船舶产业集聚效率的研究甚为少见，其他产业集聚效率研究多通过构建DEA模型进行评价^[4-6]。目前关于船舶产业集聚效率评价研究较少，且缺乏针对性的区域内部集聚水平研究^[7]。结合已有研究，综合考虑船舶企业的特殊性与数据的可获得性，本研究选取环渤海地区船舶产业发展水平较高的7个地区，分别测算各地区2009年至2016年船舶产业规模集聚水平和市场集聚水平，进而对研究对象集聚类型进行了类别划分，最后通过构建DEA评价模型，对各地区近年来船舶产业的集聚效率进行评价。

2. 研究方法

2.1 规模集聚水平测度

常用的集聚水平测度方法有Hoover系数^[8]、空间基尼系数^[9]、区位熵指数^[10]、产业地理集中度和E-G指数^[11]等，本文选取区位熵指数测船舶产业规模集聚水平。在探讨造船产业的空间分布时，考虑船舶产业船舶企业数量较少，就业人数较多的特殊性，本文采取船舶产业产值计算区位熵指数，利用不同地区造船产业的区位熵反映造船产业相对于环渤海整体地区的空间集聚过程，反映了该地区的船舶产业的整体集聚规模，基于船舶产业产值的区位熵指数构造如下：

$$LQ_{ij} = \frac{Q_{ij}}{\sum_i Q_{ij}} * \frac{\sum_i \sum_j Q_{ij}}{\sum_j Q_{ij}} \quad (1)$$

其中 Q_{ij} 为*i*地区船舶产业总产值，若 $LQ > 1.12$ ，表明*j*地区船舶产业*i*的整体集聚规模大于环渤海地区平均水平，在区域内发展具有相对比较优势，竞争力强于其他产业；若 $LQ = 1.12$ ，则表明*i*地区船舶产业的整体集聚规模与环渤海地区船舶产业集聚规模相当，没有明显优势；若 $LQ < 1.12$ ，则表明*j*地区船舶产业*i*的整体集聚规模低于环渤海地区船舶产业集聚平均规模，未形成明显的产业集聚，不具备发展成为专业化部门的条件。

2.2 市场集聚水平测度

行业集中度（Concentration ration of industry）又称行业集中率或市场集中度，通过衡量某地区特定行业规模最大的企业数值占整个市场的额度来反映该地区产业的市场集聚水平。本文通过统计研究区域内大企业的船舶造船完工量测算该区域船舶产业的集聚水平，其计算方法为：

$$CR_n = \sum_{i=1}^n X_i / \sum_{i=1}^N X_i \quad (2)$$

CR_n 为船舶产业*X*的产业集中度； X_i 为*i*地区规模以上企造船完工量； n 为研究区域内船舶产业规模较大的企业个数，一般取值为4或8本研究 n 取值为4，即选取各研究地区规模较大的4个企业的船舶工业产值测算其产业集中度。 N 表示全部地区。一般认为 $CR \geq 0.1$ ，则认为该区域形成集聚；为保证结果的可比较性，加之数据的可获得性，本研究选取企业样本数量为4，评价结果略有偏低，但仍有较大的参考价值，因而本研究初步认定 $CR \geq 0.05$ 则认为该地存在一定程度的船舶产业集聚， CR 数值越大，则市场集聚水平越高。

2.3 船舶产业集聚效率评价

DEA是发展比较成熟的多投入多产出指标的效率评价方法，在处理多输入、多输出问题的复杂系统效率评价方面具有明显优势。船舶产业集聚效率评价属多投入多产出指标评价，选取DEA构建船舶产业集聚效率模型符合产业效率评价要求。本文选取DEA评价方法中的BCC模型^[12]作为评价模型用来评价船舶产业是否达到有效，将衡量船舶产业规模集聚水平的区位熵指数以及衡量船舶产业市场集聚水平的产业集中度作为输入指标，将人均船舶工业总产值与人均工业总产值作为输出指标，以此衡量区域内船舶产业集聚水平与当地经济的之间的投入产出关系。构建环渤海地区船舶产业集聚效率评价模型如下，假定有 n 个地区 DMU_i ， $i=1, \dots, n$ ，每个地区有 m 种输入指标， s 种输出指标， i 地区的输入和输出向量分别为 M_i 和 N_i 。输入和输出的权向量分别为 V 和 U ，则*i*地区的产业效率 H_i 的计算方法如下：

$$H_i = \frac{v^T Y_i}{v^T X_i}, i = 1, \dots, n \quad (3)$$

在满足 $H_i \leq 1$ 的条件下，求解如下线性规划：

$$\begin{cases} \max U^T Y_0 \\ \omega^T M_i - \mu^T N_i \gg 0 \\ \omega^T M_0 = 1 \\ \omega \geq 0, \mu \geq 0 \end{cases} \quad (4)$$

$$\omega = tV, \mu = tU, t = \frac{1}{v^T M_0} \quad (5)$$

综合效率结果取值在0-1之间，若值为1，则以为该评价单元达到效率有效；若值不为1，则评价结果无效，说明评价单元存在一定程度的投入或产出冗余情况。

2.4 数据来源

本研究选取环渤海地区造船产业较为集中的青岛、烟台、威海、大连、葫芦岛、秦皇岛和天津7个地区作为研究对象，对研究区域的船舶产业集聚水平进行了初步探讨和定量研究。本文采用的经济数据来源于山东省、河北省、天津市和辽宁省统计年鉴，规模以上企业数据来源于2010-2017年《中国船舶工业统计年鉴》。

3. 结果分析

3.1 环渤海地区船舶产业集聚水平测度

3.1.1 规模集聚水平。环渤海地区7个船舶产业集聚区域的规模集聚水平评价结果如表1所示。综合看来2009—2016年，葫芦岛区位熵指数最高，且远超其他地区，其均值达到6.42。究其原因，葫芦岛的船舶工业产值当地工业总产值的比重最高达到12%，远超其他研究地区，船舶产业在葫芦岛属于支柱性产业，船舶产业在当地的集聚规模远高于船舶产业在环渤海地区的整体集聚规模。大连近八年来区位熵均值为4.22，集聚规模水平在环渤海地区处于第二位，船舶产业在大连产业专业化强，具有较强的竞争力，集聚规模较大。威海与秦皇岛近八年均值分别为2.48、2.01，分列第三、四位，船舶产业在当地有一定的集聚规模，属于专业化优势生产部门；烟台与青岛区位熵均值分别为1.38、1.04，均值大于1.0，可视为专业化生产部门，船舶产业在当地形成了产业集聚；天津市船舶产业区位熵指数连续八年低于1.12，初步判定船舶产业在天津市并未形成明显的产业集聚。

表1环渤海地区船舶产业区位熵指数

年份	青岛	烟台	威海	大连	葫芦岛	秦皇岛	天津
2009	0.84	1.15	2.91	3.75	4.75	1.30	0.30
2010	0.79	1.04	2.78	3.83	6.04	1.31	0.33
2011	0.86	1.10	2.99	3.97	6.73	1.87	0.27
2012	0.97	0.97	3.52	3.92	7.16	2.32	0.28
2013	1.06	1.06	2.33	4.11	7.36	2.82	0.26
2014	1.17	1.33	1.95	4.49	6.89	1.85	0.24
2015	1.29	2.19	1.99	5.02	5.64	1.98	0.24
2016	1.30	2.20	1.34	4.69	6.01	2.62	0.25
均值	1.04	1.38	2.48	4.22	6.32	2.01	0.27

从发展趋势来看，葫芦岛船舶产业集聚规模在2009—2012年不断扩大，2012年达到峰值后略有下降，呈波动回落趋势；大连船舶产业集聚基本呈现波动上升态势，2016年略有回落，大连船舶产业近年来得较大发展，集聚规模不断扩大，专业化生产水平与区域竞争力不断提高。威海船舶产业集聚规模2009—2011年波动上升，2011年区位熵峰值达到3.52，而后波动下降，且降幅较大，2016年降至1.34，规模集聚在环渤海地区排序由第3位降至第5位，说明

船舶产业在威海近年来专业化生产地位有所下降。秦皇岛船舶产业集聚水平大致为先升后降态势，2016年回调幅度较大，达到较高水平，2011—2016年船舶产业在秦皇岛整体集聚规模波动较小。烟台船舶产业区位熵指数2009—2012年略有波动，但基本持稳，2013年后开始大幅度提升，船舶产业在当地得到迅速发展。青岛船舶产业区位熵指数基本呈现不断上升态势，船舶产业近年来在青岛发展迅速，产业规模不断扩大，由非专业化生产部门不断发展，2013年后区位熵指数大于1.12，成为青岛地区具有竞争优势的专业化生产部门。

3.1.2市场集聚水平。各地区船舶产业市场集中度水平评价结果如表2所示，整体看来，大连船舶产业市场集中度远高于其他地区，其均值高达0.245，即在环渤海地区，大连船舶产业市场集中度高达24.5%，处于市场高度集聚水平，充分说明，大连是环渤海地区乃至全国的重点船舶产业制造基地，船舶产业规模大，集聚水平高，有较强的区域竞争优势。青岛船舶产业市场集中度均值为0.074，产业集聚水较高，也是环渤海地区重要的造船产业基地。威海、葫芦岛与烟台市场集中度均值处于0.6~0.7之间，在环渤海地区船舶产业市场集聚处于中等水平，其中威海与葫芦岛近八年船舶产业市场集中度均值高于烟台，两地近八年均值为0.067。天津与秦皇岛产业集中度较低，两地的船舶产业市场集聚处于较低水平。

表2环渤海地区船舶产市场集中度指数

年份	青岛	烟台	威海	大连	葫芦岛	秦皇岛	天津
2009	0.055	0.053	0.064	0.221	0.062	0.015	0.089
2010	0.058	0.065	0.065	0.226	0.063	0.016	0.037
2011	0.060	0.062	0.068	0.242	0.066	0.020	0.033
2012	0.068	0.051	0.085	0.223	0.077	0.028	0.036
2013	0.067	0.041	0.062	0.261	0.064	0.023	0.030
2014	0.083	0.059	0.066	0.274	0.069	0.024	0.034
2015	0.099	0.066	0.055	0.243	0.067	0.018	0.024
2016	0.103	0.087	0.068	0.262	0.071	0.024	0.023
均值	0.074	0.060	0.067	0.245	0.067	0.021	0.038

从市场集聚水平发展趋势来看，大连2009—2013年波动上升，后略有回调，一直处于较高水平，在环渤海地区有较大的市场规模；青岛船舶产业市场集中度一路上升，2009—2016年青在环渤海地区集中度排序由第5位升至第2位，市场集聚水平不断提高，2016年市场集中度达到0.103，形成了环渤海地区的较大规模的产业集聚；葫芦岛与威海的走势基本相同，都呈现波动上升，2011年达到峰值后略有回调的走势，不过2012年之前，威海市场集聚水平葫芦岛，自2012年开始，葫芦岛船舶产业市场集聚水平不断提升，市场集中度超过威海，；烟台船舶产业市场集聚水平先降后升，2009—2012年不断下降，2012年后船舶产业市场集聚水平不断提高；天津市场集聚水平2009年处于较高水平,2010年大幅跌后基本持稳，市场集聚水平略高于秦皇岛，但仍处于较低水平；秦皇岛市场集聚一直处于较低水平，无太大波动。

3.2 环渤海地区船舶产业集聚水平测度

环渤海地区7个船舶产业集聚地市的船舶产业集聚效率评价结果如表3所示，大连与葫芦岛集聚效率最高，近八年来船舶产集聚效率均值高于0.9，处于有效边缘；青岛船舶产业集聚效率仅次于大连与葫芦岛，也处于较高水平；威海与烟台船舶产业集聚效率评价均值在0.6以上，处于中等水平；秦皇岛与天津船舶产业集聚效率较低，近8年来DEA均值在0.3以下。

表3环渤海地区船舶产业集聚效率评价结果

年份	青岛	烟台	威海	大连	葫芦岛	秦皇岛	天津
2009	0.317↗	0.284↗	0.316↗	0.549↗	0.794↗	0.144↗	0.134↗
2009	0.733↗	0.480↗	0.498↗	0.817↗	0.800↗	0.115↗	0.027↗
2010	0.814↗	0.607↗	0.756↗	1.000-	0.889↗	0.357↗	0.313↘
2011	1.000-	0.801↗	0.901↗	1.000-	0.929↘	0.345↗	0.254↗
2012	1.000-	0.727↗	0.764↗	1.000-	0.989↘	0.330↗	0.220↗
2013	1.000-	0.651↘	0.790↘	1.000-	0.927↘	0.287↘	0.297↗
2014	1.000-	0.690↗	0.796↘	1.000-	0.982↘	0.328↗	0.257↗
2016	0.860↗	0.730↗	0.797↗	1.000-	1.000-	0.322↗	0.430↗
均值	0.841	0.621	0.702	0.921	0.914	0.279	0.242

注：“↗”表示规模报酬递增，“↘”表示规模报酬递减，“-”表示规模报酬不变。

大连船舶产业集聚效率评价结果最优，除2008与2009年外，其他年份均达到DEA有效，说明大连在环渤海地区船舶产业集聚基本达到合理规模，船舶产业在环渤海地区竞争力最强，发展规模也最为合理。葫芦岛集聚效率评价结果均值仅次于大连位于第二位，评价结果接近有效，自2011年开始，未达到DEA有效的年份呈现规模报酬递减状态，葫芦岛船舶产业集聚存在一定的投入冗余，可适当缩小船舶产业在该地的集聚规模。青岛近8年船舶产业集聚效率评价均值达到0.841,2011—2014年实现DEA有效，未达到DEA有效的年份为规模报酬递增状态，存在一定的产出冗余，船舶产业在青岛尚有集聚发展空间，可增加产业投入，促进当地船舶产业发展，提高船舶产业规模集聚水平。

威海与烟台近八年来船舶产业集聚效率均值分别为0.702、0.621，威海集聚效率略优于烟台，从评价结果来看，两地集聚效率有较多相似之处，首先从发展趋势来看，2008至2012年间呈现规模递增状态，并在2011年DEA评价结果达到最优，之后评价结果均有所回落，其次，近八年来两地均存在一定的产出冗余，船舶产业集聚尚有一定发展空间，可继续增加投入，促进船舶产业在两地的专业化大规模发展，扩大区域内部集聚规模，同时不断提高船舶产业在环渤海地区的市场占有率，提高市场集聚水平。秦皇岛与天津船舶产业集聚效率处于较低水平，秦皇岛船舶产业集聚水平较低，产出规模相对其它地区较小。天津作为直辖市，整体经济较为发达，船舶产业在天津有一定规模，但与其他产业相比没有更为明显的专业化优势，加之天津市整体GDP较高，船舶产业集聚效率评价则较差，天津船舶产业发展应更注重依托直辖市的金融、技术、政策、劳动力等各方面优势，不断促进船舶产业想高精尖方向发展，提高船舶产业整体集聚水平。

4. 结束语

本研究以环渤海地区船舶产业发展水平较高的七个地区作为研究对象，运用区位熵指数和市场集中度分别测算了2009年至2016年各地区船舶产业的规模集聚水平 and 市场集聚水平；并依据各研究区域船舶产业规模集聚与市场集聚在环渤海地区的水平排序差异对研究对象进行了类别划分；最后以规模集聚与市场集聚作为投入指标，以人均船舶产业产值和人均工业产值作为投入指标构建DEA评价模型，对各地区的船舶产业集聚效率进行测算并对其发展趋势进行了分析。

(1) 环渤海地区7个船舶产业集聚区域的船舶产业集聚水平存在较大差异，葫芦岛与大连规模集聚存在明显优势，威海与秦皇岛分列第三、四位，船舶产业在当地有一定的集聚规模，烟台与青岛的船舶产业在当地也形成了产业集聚；天津市可初步判定不存在明显的规模集聚；大连的市场集聚水平最优，青岛其次，威海、葫芦岛与烟台处于中等水平，秦皇岛与天津的市场集聚水平较低。

(2) 根据各地区船舶产业规模集聚水平与市场集聚水平在环渤海地区的排序差异,本研究初步判定葫芦岛与秦皇岛属规模集聚优势区,即该区域的船舶产业规模集聚水平在环渤海地区的排序相对市场集聚水平有明显优势,大连与青岛属市场集聚优势区,烟台与威海属均势集聚区,天津属低集聚水平区域。

(3) 大连与葫芦岛集聚效率基本处于有效边缘;青岛船舶产业集聚效率仅次于大连与葫芦岛,威海与烟台处于中等水平;秦皇岛与天津船舶产业集聚效率较低。大连船舶产业集聚的投入产出规模最为合理,青岛也有较优的集聚规模,葫芦岛存在一定程度的投入冗余,可适当缩小集聚规模,促进当地船舶产业的合理升级,其他地区的船舶产业集聚效率未达到有效年份多呈现规模报酬递增状态,船舶产业集聚尚有较大发展空间,可增加对船舶产业的科研投入与资金支持,促进当地船舶产业集聚发展,增强区域竞争力。

致谢

本文为国家社科基金重大项目《海洋经济与陆域经济统筹发展研究》(14ZDB131)的阶段性成果之一。

References

- [1] Y. H. Tao and J. W. Feng, Agglomeration of Shipbuilding Industry in the Yangtze River Delta: Efficacy and Path Analysis, *Journal of Industrial Technological Economics*, vol.24, pp. 77-79+91., 2005.
- [2] C.T. Liu and Z. L. Han Current Status and Trends of China's Coastal Shipbuilding Industry Cluster, *Ocean Development and Management*, vol.05, pp. 63-66, 2008.
- [3] H. Liu, Y.J. Shi and C.S. Zeng, Current Status and Trends of China's Coastal Shipbuilding Industry Cluster, *Economic Geography*, vol.37, pp. 99-107, 2017.
- [4] C.P. Sun, H.M. Liu and Y. Wu, Research on agglomeration on state and efficiency evaluation of textile industry in China, *Journal of Industrial Technological Economics*, vol.34, pp.21-29,2015.
- [5] K. Wang, J. Yi and Y. Xiao, he Correlation Between Tourism Agglomeration and Industrial Efficiency in China, *Human Geography*, vol.31, pp. 120-127, 2016.
- [6] S. S. Li, F. M. Xing and L. L. Zhang, The influence of tourism industrial agglomeration on the regional tourism industry efficiency: A panel data analysis of provinces in China, *World Regional Studies*, vol.26, pp. 112-115, 2013.
- [7] H. W. Fu, Research on regional agglomeration efficiency of shipbuilding industry in China, *Ship Engineering*, vol.35, pp. 134-146, 2017.
- [8] E. M Hoover, The Measurement o f Industrial Localization, *Review of Economics and Statistics*, vol.18, pp.162-171,1936.
- [9] P. Krugman, Increasing Returns and Economic Geography, *Journal of Political Economy*, vol.99, pp.483-499,1991.
- [10] H. Thpmas and S. John, Geographic Concentration and Establishment Scale. *The Review of Economics and Statistics*, vol.84, pp. 682-690,2002.
- [11] G. Ellison and E. Glaeser, Geographic Concentration in U. S. Manufacturing Industries : A Dartboard Approach, *Journal of Political Economy*, vol.105, pp.889-927,1997.

- [12]Y. N. Hu, L. Mei and Y. Chen, Spatial and Temporal Differentiation Analysis on the Efficiency of the Three Mainstays of Tourism Industry in China, *Scientia Geographica Sinica*, vol.37, pp.386-393,2017.