

# 基于 DEA 模型的厦门港口投资有效性实证分析

张昕悦, 王金安, 陈泽鑫

(集美大学 财经学院, 福建 厦门 361021)

[摘要] 厦门建设东南国际航运中心的发展定位对厦门的航运金融发展提出了迫切要求, 要想把厦门建成国际航运中心, 势必要求航运金融的支持。然而, 厦门的航运金融建设尚处于初级阶段, 面临许多制约问题亟待解决, 文章从港口投资出发, 以厦门市 2000 年—2017 年的数据为基础, 运用多输入—多输出的 DEA 模型对厦门市港口投资的有效性进行实证分析, 研究厦门市港口投资对港口产出水平效率评价问题, 发现厦门市港口投资整体有效, 多个年份的纯技术效率有效, 综合效率无效的主要原因在于其规模无效, 应着重调整港口投资规模, 提高规模效率; 打造东南国际航运中心, 厦门港应充分利用厦门港现有的资源和条件, 加强基础设施建设和注重专业人才的培育, 为发展成为“第四代枢纽港”、建成低碳智网型国际航运中心创造条件。

[关键词] 港口投资; DEA 模型; 效率; 滞后效应

[中图分类号] F 832. 48

[文献标识码] A

[文章编号] 1008-889X (2019) 03-0062-09

## 一、研究背景

作为连接海陆运输的交通枢纽和对外交流的重要门户, 沿海港口在促进国际贸易和区域经济发展中起到越来越重要的作用, 港口建设不仅能够吸引资本扩大投资总额而且直接带动当地 GDP 的增长, 具有很强的经济外部性。国内外经济发展经验表明, 港口是带动区域发展的核心资源, 港口经济已成为区域经济发展的增长极。<sup>[1]</sup>

厦门身处“海丝”核心区, 发挥着支点城市的作用。随着厦门国际航运中心的建设, 航运产业逐渐发展起来, 然而, 去年厦门港集装箱吞吐量排名第七, 货物吞吐量增速显著低于上海港、深圳港、宁波港和广州港, 增速放缓, 有较大可能会被排名在第八位的大连港反超。由此可见, 厦门港在我国港口群的强劲竞争中仍处于劣势。本研究通过分析《厦门经济特区年鉴》发现, 厦门港固定资产投资额逐年增长, 港口投资对厦门市经济的影响也日益凸显。因此, 本文拟

从厦门港口投资为出发点, 研究港口投资对港口产出的影响效应, 以期发现港口投资存在的问题, 并为厦门发展航运产业、建设国际航运中心提出启示性建议。

对于港口效率的研究始于 20 世纪 80 年代, Haynes<sup>[1]</sup> (1997) 提出港口效率是港口发展的重要因素; Liu<sup>[2]</sup> (1995) 和 Notteboom<sup>[3]</sup> (2000) 均利用随机产出函数得出港口技术效率, 并对欧洲和亚洲的国有和私有港口效率进行了对比分析, 发现港口所有权性质对港口效率无影响, 港口规模对港口效率有正向影响; Martine Budria<sup>[4]</sup> (1999) 运用 DEA-BCC 模型考察了三组港口的效率, 发现复杂程度高的港口效率高。庞瑞芝<sup>[5]</sup> (2006) 先运用 DEA 基本方法对全国 50 家主要港口进行总体分析, 然后用 DEA-malmquist 方法进行动态分析; 张小蒂、邓娟<sup>[6]</sup> (2013) 将中国港口效率划分为三个层次并对 16 个港口进行效率测度, 结果发现大多数港口效率不足; 罗丹<sup>[7]</sup> (2017) 运用超效率三阶段 DEA 模型, 从供应链视角出发构建港口物流系统绩效评价指标

[收稿日期] 2019-04-04

[基金项目] 福建省教育厅重点项目 (JA13172S); 福建省社会科学基金项目 (2016JDZ061); 厦门市人文社科项目 ([2019] B31)

[作者简介] 张昕悦 (1994—), 女, 安徽淮北人, 硕士生, 主要从事金融学方面的研究。

王金安 (1974—), 男, 福建安溪人, 教授, 博士, 主要从事资本市场论与资产定价理论研究。

体系,对我国港口物流效率进行评价;李电生<sup>[8]</sup>(2018)运用Active-DEA和Malmquist指数法对我国10个沿海港口进行效率测度。从研究对象来看,现有的研究大多关注于全国或较为发达港口,从厦门港视角来研究港口效率的文献较为少见。此外,现有研究成果在研究港口投资效率问题时忽略了投资滞后性的影响,故本文在实证过程中引入投入的滞后效应<sup>[9]</sup>,从而能更准确地衡量港口投资的效率。

## 二、DEA模型介绍

DEA分析法(数据包络分析)最早由美国运筹学家A. Charnes和W. W. Cooper等学者提出<sup>[10]</sup>,从那以后,涌现了大量的拓展和运用DEA方法的文献。该模型是根据多指标投入和产出对同一类型的研究单元进行相对有效性分析的系统评价方法。该方法能科学地处理多目标决策问题,依据决策单元的“输入”和“输出”数据来评价决策单元的相对有效性,决策单元的相对有效称为DEA有效。通常决策单元的有效性主要依赖于综合输入与输出的比值,即多输入与多输出的投入产出比。

DEA方法优点在于:不需确定投入和产出的生产函数形态,因此它可以评价较为复杂的生产关系的决策单元效率,不受投入和产出数据所选择的单位的影响,DEA模型中投入与产出权重由数学规划根据实际数据产生,不需要事先设定投入与产出的权重,且不必确定输入与输出指标间关系的显式表达式,因此不受人为主观因素的影响,具有很强的客观性。因此DEA方法特别适用于具有多输入多输出的复杂系统,这正符合港口系统中多种生产要素投入带来多种产品产出的特点,故采用DEA方法评价港口投资有效性是科学合理的。DEA方法最常见的有两种模型,一种是假定规模报酬不变的CCR模型,另一种是假定规模报酬可变的BCC模型,由于港口投资具有规模经济效益,所以选取第二种。<sup>[11]</sup>

在DEA方法中称被衡量有效性的单元为决策单元(DMU),假设有 $n$ 个 $DMU(j=1, \dots, n)$ ,每个DMU都有 $m$ 种输入和 $s$ 种输出,其中决策单元 $j$ 记为:

$DMU_j, 1 \leq j \leq n$ ,记:

$$\begin{cases} X_j = (x_{1j}, x_{2j}, \dots, x_{mj})^T & j = 1, \dots, n \\ Y_j = (y_{1j}, y_{2j}, \dots, y_{sj})^T & j = 1, \dots, n \\ v = (v_1, v_2, \dots, v_m)^T, \\ u = (u_1, u_2, \dots, u_s)^T \end{cases}$$

这里的 $X_j$ 和 $Y_j$ 分别为 $DMU_j$ 的输入向量和输出向量,可根据历史资料或统计数据得到; $v$ 和 $u$ 分别为 $m$ 种输入和 $s$ 种输出所对应的权向量。且满足 $x_{ij} > 0, y_{ij} > 0, v_i \geq 0, u_r \geq 0, i = 1, 2, \dots, m, r = 1, 2, \dots, n; s, j = 1, 2, \dots, n$ 。

根据线性规划的对偶理论,并引入松弛变量 $s^+, s^-$ ,得DEA模型的对偶规划方程:

$$\begin{cases} \min \theta_0 \\ s. t. \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} + s^- = \theta_0 x_{i0} \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} - s^+ = y_{r0} \\ \lambda_j \geq 0, j = 1, 2, \dots, n, s^+ \geq 0, s^- \geq 0 \end{cases}$$

经计算得出的最优解为: $\theta_0^*, \lambda^*, s^{+*}, s^{-*}$ 。

当决策单元是DEA有效的时候,模型的最优值 $\theta_0^*$ 等于1,但反之不成立,当 $\theta_0^* = 1$ 时,这个决策单元并不一定是DEA有效的,只有在同时满足 $\theta_0^* = 1$ 且 $s^{+*} = s^{-*} = 0$ 的时候决策单元才是DEA有效的。因此有如下结论:

若满足 $\theta_0^* = 1$ 但不满足 $s^{+*} = s^{-*} = 0$ ,称决策单元 $DMU_0$ 为DEA弱有效;

若满足 $\theta_0^* = 1$ 且 $s^{+*} = s^{-*} = 0$ ,则称决策单元 $DMU_0$ 为DEA有效;

若不满足 $\theta_0^* = 1$ ,则称决策单元 $DMU_0$ 为DEA无效。

## 三、指标设定和数据来源

### (一) 指标设定

港口投资有效性评价指标设定,应根据实际情况,选择对决策单元影响较大、包含的管理信息较多和易于操作的因素作为有效性评价指标。国内外文献中研究投资效率的文献很少,大多是研究港口基础设施条件如泊位数、码头长度对港口吞吐量的影响<sup>[5-6]</sup>,本文创新性地从港口投资角度出发,依照科学性、系统性、通用性、实用

性和数据可得性的原则选取 DEA 评价指标。<sup>[12]</sup> 本文选取指标体系如下:

1. 投入指标。反映港口的投入资源水平, 根据 DEA 评价指标选取准则, 本文选取的港口投资评价输入指标为:

(1) 金融机构中长期贷款规模 (X1): 航运业投资回报周期长, 由于金融机构专门针对港航企业的贷款数据难以获得, 因此本文采用金融机构中长期贷款作为港航企业贷款的代理变量, 以此衡量港口的金融发展水平。

(2) 政府财政支出 (X2): 产业的发展离不开政府的支持和引导, 由于针对港口的财政扶持资金数据难以获得, 本文采用交通运输行业的财政支出作为对港口进行财政扶持的代理变量, 反映厦门市政府对港口的投资投入水平。

(3) 港口固定资产投资额 (X3): 资金投入是衡量经济运行的主要指标, 包括流动资金和固定资产, 其中固定资产投资额所占比重较大, 尤其是对航运业这种资金密集型产业, 其航运企业发展需要大量资金融入, 因此港口固定投资投入量较大, 固定资产投资额反映了港口的总体投资规模, 体现了港口的发展程度。

(4) 从业人数 (X4): 本文采用交通运输行业在岗职工人数作为港口从业人数的代理变量, 衡量港口的人力资本投入水平。

2. 产出指标。反映港口的产出水平, 选取的输出指标为港口货物吞吐量、港口集装箱吞吐量。

(1) 港口货物吞吐量 (Y1): 是衡量港口产出水平的最主要指标。

(2) 港口集装箱吞吐量 (Y2): 集装箱运输是现代运输业的主要发展模式, 集装箱运输量已成为衡量港口发展状况、评价港口地位的核心标准。

## (二) 数据来源

该部分实证数据选取了 2000 年—2017 年厦门市各变量的年度数据, 并对个别变量的数据以 2000 年为基期进行不变价处理, 以消除价格因素带来的影响。本文数据来源于国家统计局、《厦门经济特区年鉴》《福建统计年鉴》《中国港口年鉴》和国泰安数据服务中心。

本文对数据进行如下处理: (1) 由于 DEA 模型是用线性规划来解决问题, 无法解决非线性问题, 因此本文对原始数据进行对数化处理, 将非线

性问题转化为近似的线性问题。(2) 由于本文研究的港口投资产生的效应是一个动态变化的过程, 港口投入和产出之间存在着滞后效应, 而 DEA 基本模型没有考虑到滞后性的问题, 为了使实证结果更加具有说服力, 接下来将引入港口投入变量的滞后效应, 使用考虑了滞后性的投入变量以得到更加准确的研究结论。

## 四、时滞性分析

在实际的经济运行过程中, 投入和产出之间往往存在着一定的滞后效应, 但我国对港口投资效率进行研究的现有文献均未考虑这种时滞关系, 因此其测算结果也就不能真实地反映出港口投资的效率水平。在本文中滞后性体现在: 港口投资并不能立刻转化为产出, 港口基础设施建设、设备完善和技术改进都需要一定时间去完成, 投入转化为产出的时间会往后推迟一段时间, 甚至是数年, 因此当期产出不止受当期投入的影响, 还可能受到过去几期投入的影响。本文采用阿尔蒙多项式法测算分布滞后模型, 确定港口投资与产出之间的滞后期。

### (一) 阿尔蒙多项式法原理

假设滞后  $k$  期的分布滞后模型为:

$$Y_t = \alpha_0 + \beta_0 x_t + \beta_1 x_{t-1} + \beta_2 x_{t-2} + \cdots + \beta_k x_{t-k} + u_t \quad (1)$$

回归系数  $\beta_i$  可用一个关于滞后期  $i$  的适当阶数的多项式表示,  $m$  表示阶数, 则有:

$$\beta_i = d_0 + \sum_{m=1}^M d_m i^m (i = 0, 1, \cdots, k) \quad (2)$$

假设  $M=2$ ,  $k=3$ , 代入 (1) 式和 (2) 式

$$Y_t = \alpha_0 + d_0 x_t + (d_0 + d_1 + d_2) x_{t-1} + (d_0 + 2d_1 + 4d_2) x_{t-2} + (d_0 + 3d_1 + 9d_2) x_{t-3} + u_t = \alpha_0 + d_0 (x_t + x_{t-1} + x_{t-2} + x_{t-3}) + d_1 (x_{t-1} + 2x_{t-2} + 3x_{t-3}) + d_2 (x_{t-1} + 4x_{t-2} + 9x_{t-3}) + u_t$$

$$\text{做变换: } \begin{cases} Z_{0t} = x_t + x_{t-1} + x_{t-2} + x_{t-3} \\ Z_{1t} = x_{t-1} + 2x_{t-2} + 3x_{t-3} \\ Z_{2t} = x_{t-1} + 4x_{t-2} + 9x_{t-3} \end{cases}$$

$$Y_t = \alpha_0 + d_0 Z_{0t} + d_1 Z_{1t} + d_2 Z_{2t} + u_t$$

在实际估计中 Almon 多项式的阶数  $M$  一般取 2 或 3, 不超过 4, 否则达不到减少变量个数的目的。

(二) 滞后期的确定

在使用 Almon 多项式法时进行滞后期的确定时,要求时间序列数据是平稳的,用 ADF 法对所有投入产出指标变量进行平稳性检验后,发现所有变量均不平稳,有明显的随时间变化的趋

势,在对变量进行对数化处理,并用 Eviews 对各变量进行二阶差分 ADF 检验后,所有变量均通过置信度为 5% 的 t 检验,因此认为是平稳序列(见图 1)。

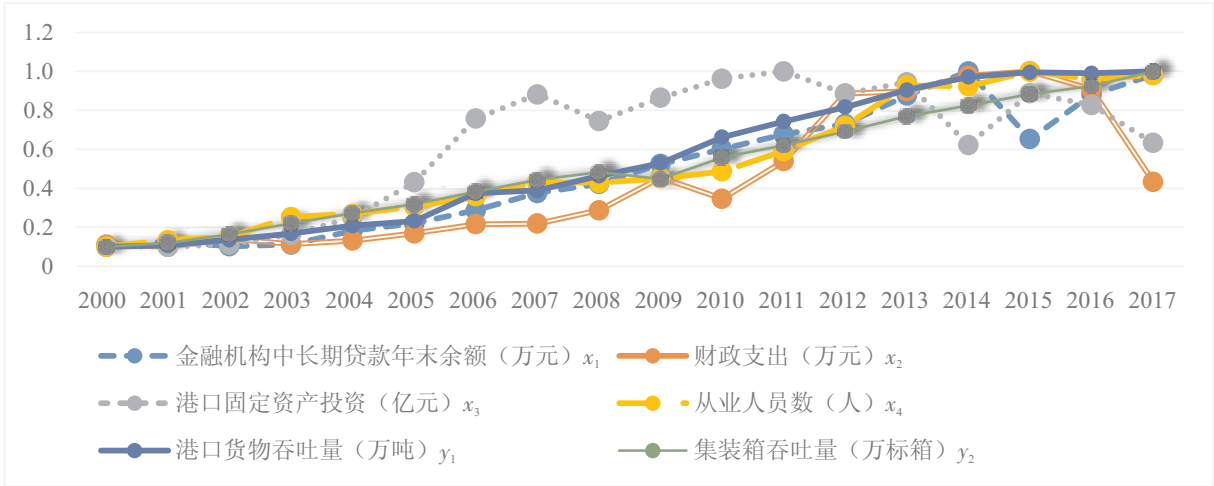


图 1 港口投资投入与产出变量趋势图

由趋势图可以看出,金融机构中长期贷款投入指标与港口货物吞吐量、集装箱吞吐量具有明显的线性相关关系,二者变化趋势相同,因此选择金融机构中长期贷款作为研究滞后期数的解释

变量,分别对港口货物吞吐量和集装箱吞吐量进行 Almon 多项式检验,确定滞后期。用 Eviews 对其进行 PDL 检验,结果如下(见表 1):

表 1 判断滞后期长度的检验指标值<sup>①</sup>

滞后期 p	Ln <sub>x1</sub> - Ln <sub>y1</sub>			滞后期 p	Ln <sub>x1</sub> - Ln <sub>y2</sub>		
	$\bar{R}^2$	AIC	SC		$\bar{R}^2$	AIC	SC
2	0.991 360	-2.349 403	-1.866 535	2	0.937 662	-0.986 941	-0.793 794
3	0.992 126	-2.702 635	-2.230 602	3	0.933 442	-1.194 559	-1.105 745
4	0.988 798	-2.663 905	-2.207 435	4	0.921 003	-1.026 085	-1.077 497

从表中的计算结果可以看出,在二阶 Almon 多项式变化下,当滞后期为 3 时,ln<sub>x1</sub> 与 ln<sub>y1</sub> 回归结果中  $\bar{R}^2$  最大,AIC 和 SC 值最小,ln<sub>x1</sub> 与 ln<sub>y2</sub> 回归结果中虽然  $\bar{R}^2$  不是最大,但是 AIC 和 SC 最小,且在滞后四期时  $\bar{R}^2$  下降,因此,金融机构中长期贷款的滞后期数可以确定为 3 期。根据 Almon 多项式法的原理,可得

$$\ln Y_t = \alpha_0 + \beta_0 \ln x_t + \beta_1 \ln x_{t-1} + \beta_2 \ln x_{t-2} + \beta_3 \ln x_{t-3} + u$$

(3)

根据该式可得,第 t 年的产出指标对数值可以通过当年以及前三年的金融机构中长期贷款指标对数值解释,即第 t 年的产出对数值是由 t、t-1、t-2、t-3 四年的金融机构中长期贷款余额对数值所决定,公式中的系数  $\beta_i$  反映不同年

① 注:  $\bar{R}^2$  表示修正的可决系数,AIC 表示赤池信息准则,SC 表示施瓦茨准则。



份的中长期贷款对第  $t$  年产出  $y$  的弹性,  $\beta_i$  与  $\sum \beta_i$  的比值  $c_i$  反映不同年度的中长期贷款对第  $t$  年港口产出的弹性贡献率, 即

$$c_i = \beta_i / \sum \beta_i (i = 0, 1, 2, 3)$$

(4)

将公式 (4) 代入公式 (3)

$$\ln Y_t = \alpha_0 + \sum \beta_i (c_0 \ln x_t + c_1 \ln x_{t-1} + c_2 \ln x_{t-2} + c_3 \ln x_{t-3}) + u (i = 0, 1, 2, 3)$$

(5)

定义新变量:

$$Z_t = c_0 \ln x_t + c_1 \ln x_{t-1} + c_2 \ln x_{t-2} + c_3 \ln x_{t-3}$$

(6)

$$\ln Y_t = \alpha_0 + \sum \beta_i Z_t + u_i (i = 0, 1, 2, 3)$$

(7)

通过公式 (7), 本文将四年的中长期贷款余额统一为一个投入变量, 作为接下来的 DEA 分析中的金融机构中长期贷款余额投入变量。经计算, 得出结果 (见表 2):

表 2 港口投入滞后期模型系数测算结果

项目	$\alpha_0$	$\beta_0$	$\beta_1$	$\beta_2$	$\beta_3$	$c_0$	$c_1$	$c_2$	$c_3$
系数	0.685 5	0.106 7	0.149 9	0.155 9	0.124 8	0.198 6	0.279 0	0.290 2	0.232 3

由上表可知, 第  $t$  年的产出实际是由占 0.198 6 权重的第  $t$  年的投入、占 0.279 0 权重的第  $t-1$  年的投入、占 0.290 2 权重的第  $t-2$  年的投入和占 0.232 3 权重的第  $t-3$  年的投入加权成新的投入得出。本文接下来对  $x_1$ 、 $x_2$  和  $x_3$  各指标变量的  $t$ 、 $t-1$ 、 $t-2$ 、 $t-3$  年的对数化投入指标加权计算后, 再进行去对数化处理, 得出新的投入变量, 对应第  $t$  年的产出, 由于每一年的投入指标均由四年数据加权计算得出, 所以最终得到的投入数据为 2003 年—2017 年港口投资数据, 并以调整后的 2003 年—2017 年投入变量作为 DEA 模型中的投入指标。

五、实证结果与分析

由于港口投资具有规模经济效益, 所以选取 DEA 模型中的可变规模报酬模型, 根据港口投资的经济有效性评价模型, 运用 DEAP2.1 软件及厦门港相关数据, 对厦门港口投资效率进行以下实证分析。

(一) 厦门港口投资有效性评价结果

由表 1 可得, 多个年份的综合效率达到了 DEA 有效水平, 这意味着这几年中港口投资与实际产出都达到了最佳比例, 资源实现有效配置, 其他年份的综合效率都小于 1, 意味着产出-投入比偏小, 这说明该港口目前投入冗余, 存在资

源闲置和浪费的情况。

表 3 港口投资有效性综合评价结果<sup>①</sup>

年份	CRSTE	VRSTE	SCALE	Return to scale
2003	1.000	1.000	1.000	-
2004	1.000	1.000	1.000	-
2005	1.000	1.000	1.000	-
2006	1.000	1.000	1.000	-
2007	0.997	1.000	0.997	drs
2008	1.000	1.000	1.000	-
2009	0.907	0.962	0.943	irs
2010	1.000	1.000	1.000	-
2011	1.000	1.000	1.000	-
2012	0.971	1.000	0.971	drs
2013	0.940	1.000	0.940	drs
2014	0.995	1.000	0.995	drs
2015	0.985	1.000	0.985	drs
2016	0.998	1.000	0.998	drs
2017	1.000	1.000	1.000	-
mean	0.986	0.997	0.989	

除了 2009 年, 其余年份的纯技术效率均为

<sup>①</sup> 注: crste 表示不考虑规模报酬时的技术效率, 也叫综合效率; vrste 代表考虑规模报酬时的纯技术效率; scale 表示考虑规模报酬时的规模效率( drs: 规模报酬递减; - : 规模报酬不变; irs: 规模报酬递增), 且  $crste = vrste \times scale$ 。

1,个别年份综合效率小于1表示在目前的技术水平上,其投入资源的使用是有效率的,说明这些年份就其本身的技术效率而言没有投入需要减少、没有产出需要增加,未能达到综合有效的根本原因在于其规模无效。可以看出,自2011年漳州港并入厦门港以后,规模效率呈现递减趋势,因此突出问题不在于投入产出是否存在冗余或不足,其改革的重点应在于如何调整产业规模、更好地发挥其规模效益。具体情况可以分为三个阶段:

第一个阶段为2003年—2006年,在2008年金融危机以前,厦门港口投资的效率水平保持平稳,均实现了DEA有效,基本保持规模报酬不变。这几年港口投资是十分有效的,并且港口投资规模和生产管理水平较为合适,投入产出率较高,港口呈良性发展态势。

第二个阶段为2007年—2011年,全球性金融危机爆发之前,港口投资综合效率小于1,处于无效状态,且规模报酬呈递减趋势,若是缩小投资规模,可以提升投资效率。2007年纯技术效率为1,综合效率小于1的主要原因在于其规模无效,应该调整港口投资规模,实现资源的充分利用。2009年规模效率明显小于纯技术效率,说明其综合效率无效的主要原因不在于管理和制度水平跟不上,其根本原因在于规模效率无效,并且由于规模报酬呈现递增趋势,因此应该扩大投资规模,以实现最佳投入产出比。从2008年开始至2011年有三年保持规模报酬不变,说明投资规模合理,且综合效率均为1,达到DEA有效状态,投入产出比合理,分析其原因在于:自2008年全球金融危机爆发以来,欧洲传统船舶融资银行持续去杠杆,大多数船舶贷款融资银行疲于处置现有不良资产和违约贷款,限制了航运板块新资金的供给,而中资金融机构则坚持价值判断,充分把握市场机遇,继续大力支持航运

业的发展。故这个阶段的港口投资由于政府政策的支持,总体上维持了稳中有升的经济发展态势,且由于供给侧结构性改革、去杠杆等多种政策的实施,调整港口投资规模,降低投资成本,使得港口投资对经济增长的影响效率逐年提高。

第三个阶段为2012年—2017年,漳州港并入厦门港以后,可以看出厦门港整体的规模报酬呈递减趋势,2012年和2013年,即合并后的前两年,综合效率无效的原因在于规模效率无效,这是因为两个港口合并后存在管理制度上的调整期和磨合期,不仅要实现统一监管,还要考虑政策匹配、资源整合和人员调整等问题。从2014年开始,虽然港口投资规模报酬仍呈现递减趋势,但是综合效率明显提高,这说明港口适当地调整了港口的投资和生产规模,在经过一段时间的磨合后,两个港口已经适应了一体化发展战略,漳州港的并入,很好地解决了厦门港货源不足的问题,提高了厦门港的货物运输、旅客运输、集装箱运输和空港物流能力,为厦门港建设国际航运中心增添了筹码。可以看到2017年,厦门港口投资成功实现了DEA有效,实现了资源的充分有效利用。

## (二) 厦门港口投入与产出目标值评价结果

并且,通过对比原始数据和实证结果中各决策单元的目标值,发现只有2009年存在投入冗余,产出达不到DEA有效水平,港口集装箱吞吐量不足,达到DEA有效状态需增加27.843万标箱。为了提高投资效率,投入需要减少,通过调整投资规模,提高规模效率水平,实现资源的有效配置。该年测度结果显示(见表4),除了2009年以外,其余年份均实现了纯技术效率有效,在技术水平上没有投入需要减少和产出需要增加,为了达到DEA有效状态,需要适当地调整港口生产规模,提高规模效率。

表 4 港口投资有效性评价各决策单元目标值<sup>①</sup>

年份	港口货物 吞吐量目标值 (万吨)	港口集装箱 吞吐量目标值 (万 TEU)	金融机构中长期 贷款目标值 (万元)	政府财政支出 目标值 (万元)	港口固定资产投资 目标值 (亿元)	从业人员 目标值 (人)
2003	3 403.88	233.11	1 059 011.037	80 449.802	4.221	27 772
2004	4 261.37	287.17	1 465 555.295	85 567.888	5.19	28 665
2005	4 770.7	334.29	2 022 224.163	98 163.54	7.353	30 693
2006	7 792.09	401.34	3 700 885.338	111 956.016	11.67	33 444
2007	8 117.2	462.71	6 458 149.547	138 807.912	18.049	37 278
2008	9 701.96	503.46	8 891 096.736	172 671.865	24.223	37 141
2009	11 095.85	495.873( + )	11 015 173.157( - )	212 699.216( - )	22.524( - )	36 863.698( - )
2010	13 930.36	582.43	14 975 750.6	265 425.249	29.713	40 264
2011	15 653.55	646.5	17 962 528.94	333 208.295	30.963	45 855
2012	17 227.32	720.17	21 132 098.42	434 413.769	32.6	52 770
2013	19 087.83	800.8	24 325 645.75	539 251.189	33.088	63 787
2014	20 503.96	857.24	28 023 681.88	714 552.922	30.23	63 600
2015	21 022.52	918.28	28 730 805.44	832 793.419	28.613	67 654
2016	20 910.78	961.37	29 405 921.13	845 869.701	28.025	65 518
2017	21 116.25	1 038.14	29 803 324.68	724 584.897	26.237	66 658

六、结论与政策建议

本文运用 DEA 方法，建立了港口投资的有效性评价指标和模型，运用考虑了港口投资滞后效应的实际数据对厦门市港口投资的效率进行了实证分析，发现厦门市港口投资对港口实际产出整体上呈有效态势，纯技术效率有效表明厦门港实现了技术的充分利用，但港口的生产规模有待进一步调整，以提高规模效率。如何充分利用好港口投资，充分挖掘和利用港口资源，吸引外来资金投入，实现资源的有效配置，加快区域协同发展是厦门市的一项重大研究方向。厦门致力于建设东南国际航运中心，势必要充分发展港口硬实力和软实力，而不管是哪方面都需要大量资金的支持，因此港口投资对于厦门港口的发展和当

地经济增长以及国际航运中心的建设起到了至关重要的作用。本文通过对厦门港口投资效率的研究，为厦门建设国际航运中心提供以下几点思路和建议：

（一）港口布局网络化

厦门市处于上海、宁波、高雄、深圳、广州、香港等这些发达的国际性和区域性集装箱枢纽港的包围之下，陆上经济腹地被钳制在福建省以及赣南与粤东这块有限的地域，海上经济腹地亦仅局限在福建省沿海及汕头地区，所以厦门建设国际航运中心首先要解决腹地经济水平低和货源支撑力弱的问题。相较于福建省内的其他港口，厦门港具有其天然深水港等地理优势，根据比较优势理论，厦门要建设成国际航运中心，厦门港要发展成为国际枢纽港，需要拓展航运辐射范围，形成有利的港口运输网络，地理位置相对

<sup>①</sup> 注：表中数据为达到 DEA 有效时各个决策单元的目标值，( + )表示达到 DEA 有效的目标值输出指标需要增加，( - )表示为达到 DEA 有效输入指标应减少。

较差的港口,如周边的福州港、泉州港、漳州港等港口应以发展成为区域性枢纽港和区域性喂给港为目标,其主要功能是为厦门国际枢纽港提供支持,集散各地区货物并为厦门港输运货物,提高货物运输效率。

## (二) 港口建设技术化

加强港口的基础设施建设,发展集装箱深水港,提高硬件设施水平。没有集装箱深水泊位,就没有现代国际大港的位置,因此优先发展集装箱深水码头是世界现代化港口不可避免的发展趋势。在港口的建设中,大型机械的使用起到了至关重要的作用,先进的专业化设备不仅可以满足港口货物装卸的需要,而且也会大大提高港口产业的运作效率,专业化设备在港口基础设施建设上也具备无可比拟的优势。未来港口将不仅仅是拥有码头和船舶经营货物运输的单一型港口,而是集运输、物流、信息技术、金融、服务等要素为一体的综合性功能型港口。

## (三) 港口业务物流化

推动港口向建设成综合物流中心转化,并以此为依托,建立健全港航服务业,加强服务业的发展和完善,提高服务质量,扩大服务范围,提高服务效率。现代港口是联合陆路、海陆和航空的物资集散枢纽地,新兴技术在物流产业的运用大大缩短了货物运输时间,提高了运输效率,通过建立港口物流综合服务体系,将有效提高港口的运作效率,加快港口仓储的流动。

## (四) 港口投融资主动化

根据研究结论,厦门港口投资规模效率有待提高,厦门港口建设资金主要来源于政府对港口公用基础设施资金投入、航运企业吸引外资流入和向金融机构贷款,在投融资问题上积极运用市场力量和资本市场的力量不足,港口主动融资意识不强,并且金融机构对企业贷款有严格的条件限制,高成本的贷款也在某种程度上阻碍了港口产业的资金来源,制约了厦门港口产业的发展。针对这个问题,厦门市政府应联合港航企业(包括外资企业),政府出台相关政策降低航运企业融资成本,增强厦门港的竞争能力,提高城市的名气和声誉,吸引外资流入,航运企业积极参与资本市场,通过主动投融资为港口产业的发展提供充足的资金。

## (五) 港口服务供应链化

建设信息一体化平台,充分利用厦门港现有的资源和条件,如设备资源、数据资源、网络系统资源和互联网技术资源等打造基础设施、信息交换、应用技术平台,建立起同一个数据库,实现信息和资源的传递和共享,在实现港口信息化的基础上延伸港口生产关系网,使港口内部管理网向外部合作伙伴延伸,使港口成为联系供需双方、服务方和管理方的纽带,形成完整的网络系统,实现港口供应链集成化;最后充分考虑供应链各环节的营销模式、经营战略、生产策略和物流战略,积极发展信息化的服务体系,为发展成为“第四代枢纽港”、建成低碳智网型国际航运中心创造条件。<sup>[13]</sup>

## (六) 港口人才专业化

未来港口产业的竞争在某种程度上就是高端专业人才的竞争,因此提升航运业人员的专业素质至关重要。另一方面,如何吸引人才、留住人才也是必须要考虑的重要因素。厦门市政府应大力支持航运专业的设立,建立健全激励机制,制定专业化的培养模式,联合高校、科研院所、协会等公共事业机构,建立健全人才培养基地,加大教育投入,引进海内外优秀师资力量,学习海内外港口先进的管理和发展经验,培养一批专业知识丰富、计算机网络等操作技能熟练并具有创新意识的综合性人才。

## [参考文献]

- [1] HAYNES K E, HAING Y M, STOUGH R R. Regional port dynamics in global economy: the case of Kaohsiung, Taiwan [J]. Maritime Policy & Management, 1997, 24 (1): 93 - 113.
- [2] LIU Z. The comparative performance of public and private enterprises [J]. Journal of Transportation Economics and Policy, 1995 (9): 263 - 274.
- [3] NOTTEBOOM T, COECK C, VAN DEN BROECK J. Measuring and explaining the relative efficiency of container terminals by means of Bayesian stochastic frontier models [J]. International Journal of Maritime Economics, 2000, 2 (2): 83 - 106.
- [4] MARTINEZ - BUDRIA, DIAZ - ARMAS E, NAVARRO - IBANEZ R, et al. A study of the efficiency of



- spanish port authorities using data envelopment analysis [J]. International Journal of Transport Economics, 1999 (6): 237-253.
- [5] 庞瑞芝. 我国主要沿海港口的动态效率评价 [J]. 经济研究, 2006 (6): 92-100.
- [6] 张小蒂, 邓娟. 中国港口效率测度及提升研究 [J]. 浙江大学学报 (人文社会科学版), 2013, 43 (4): 39-51.
- [7] 罗丹, 谢守红. 供应链视角下的港口物流绩效评价研究——基于超效率三阶段 DEA 模型 [J]. 物流技术, 2017, 36 (3): 152-157.
- [8] 李电生, 聂福海. 我国沿海港口二阶段效率测度研究 [J]. 物流科技, 2018, 41 (8): 100-103.
- [9] 林卓玲, 辜雪钿. 基于滞后效应的高校科技创新效率研究 [J]. 长春理工大学学报 (社会科学版), 2015, 28 (1): 90-96.
- [10] 陈雪玫. 现代港口的投资经济效应 [M]. 上海: 上海社会科学院出版社, 2012.
- [11] 王怡. DEA 方法与资源配置问题研究 [M]. 北京: 中国社会科学出版社, 2017.
- [12] 张发明. 综合评价基础方法及应用 [M]. 北京: 科学出版社, 2018.
- [13] 刘慧芬. 政府支持、供应链关系与研发创新 [J]. 重庆工商大学学报 (社会科学版), 2017 (4): 37-47.

## An Empirical Analysis of Investment Effectiveness of Xiamen Port Based on DEA Model

ZHANG Xin-yue, WANG Jin-an, CHEN Ze-xin

(Finance and Economics College, Ji Mei University, Xiamen 361021, China)

**Abstract:** The development orientation of Xiamen's construction of Southeast International Shipping Center puts forward an urgent demand for the development of Xiamen's shipping finance. However, the construction of Xiamen's shipping finance is still in its infancy and faces many constraints. Based on the data of Xiamen from 2000 to 2017, this paper makes an empirical analysis of the effectiveness of Xiamen's port investment by using the DEA model of multi-input and multi-output, and studies the evaluation of Xiamen's port investment on the efficiency of port output level. In the whole, the investment of Xiamen port was effective, pure technical efficiency was effective in many years, and comprehensive efficiency was ineffective mainly because of its ineffective scale. It is therefore suggested that Xiamen port adjust the scale of port investment and improve the scale efficiency, make full use of its resources and conditions to strengthen port's infrastructure construction, and cultivate professional talents to create conditions for a "fourth generation hub port" and a low-carbon intelligent-network international shipping center.

**Key words:** port investment; DEA model; efficiency; lagged effect

(责任编辑 杨中启)