

doi:10.11835/j.issn.1008-5831.2014.01.010

# 中国集装箱港口企业技术效率影响因素研究

邓蕾<sup>a,b</sup>, 唐沙沙<sup>a</sup>

(重庆大学 a. 机械工程学院; b. 现代物流重庆市重点实验室, 重庆 400044)

**摘要:**采用柯布-道格拉斯随机前沿生产函数模型, 测度国内主要集装箱港口企业技术效率变化, 研究集装箱港口设备、泊位、人力等主要投入要素的产出弹性以及港口所有权结构、经营规模、人才比例及港口所在地外贸发展等外生性因素对集装箱港口相对技术效率的影响。研究表明: 设备投入对港口效率的提升作用明显高于泊位、人力等其他投入要素; 港口企业股权结构、经营规模、外贸依存度等外生性因素对港口技术效率具有正向影响。其中国有性质的集装箱港口企业平均技术效率明显低于合资和外资集装箱港口, 而港口企业高素质人才没有表现出对技术效率的推动作用。

**关键词:**随机前沿分析; 技术效率; 投入要素; 外生性因素

中图分类号: F72

文献标志码: A

文章编号: 1008-5831(2014)01-0075-05

中国集装箱港口在国际集装箱市场上正扮演着越来越重要的角色。2011年, 中国集装箱吞吐量达到1.64亿TEU, 在2005年的基础上增长了115.79%。大幅上涨的集装箱吞吐量对中国集装箱港口技术效率的提升和资源的有效配置提出了更高的要求。笔者以国内各沿海及内陆地区主要集装箱港口为研究对象, 探讨投入要素和外生性因素对技术效率的影响方式及影响程度, 思考未来提升集装箱港口效率的资源配置方向。

目前, 国内外学者主要使用前沿分析方法中的随机前沿分析法(SFA)和数据包络分析法(DEA)对港口生产效率进行定量研究。国外学者 Cullinane、Wang、Song<sup>[1]</sup>以DEA模型为基础分析了欧洲集装箱港口的效率。Hung、Lu、Wang<sup>[2]</sup>采用DEA法分析了亚洲31个集装箱港口的运营效率。Gonzalez、trujillo<sup>[3]</sup>以17个西班牙港口1990-2002年的数据为基础, 采用SFA方法研究了西班牙集装箱港口的效率。国内学者李兰冰、刘军<sup>[4]</sup>等采用DEA-Malmquist全要素生产率指数对两岸三地主要沿海港口进行了动态效率评价。罗俊浩、崔娥英<sup>[5]</sup>等采用DEA-Malmquist指数方法分析了2003-2008年中国集装箱港口的全要素生产率的增长趋势及其构成变化。罗俊浩<sup>[6]</sup>采用SFA方法对中国沪深2市9家上市港口的运营效率进行了测度评价。以上文献主要分析了港口技术效率的变化, 部分探讨了投入要素对港口生产运营效率的影响, 但很少从影响港口技术效率的内部管理和外部环境等外生性因素方面进行研究。

修回日期: 2013-06-19

基金项目: 教育部人文社会科学研究青年基金项目(10YJC630039); 中央高校基本科研业务费科研专项(CDJZR12110008); 重庆市科技攻关计划项目(CSTC, 2010AA2044)

作者简介: 邓蕾(1972-), 女, 重庆人, 重庆大学机械工程学院副教授, 博士, 主要从事现代物流及生产服务研究。

为全面探究影响集装箱港口技术效率变化的源泉,笔者采用SFA方法,并建立效率损失模型,详细分析港口所有权结构、经营规模、人才比例及港口所在地外贸依存度等外生性因素对集装箱港口技术效率的影响方向和影响程度。

## 一、研究模型与变量设定

### (一) 研究模型

笔者选用包含时间趋势的柯布道格拉斯随机前沿生产函数建立实证测度模型,并在此基础上嵌入效率损失模型以进一步分析外生性因素对集装箱港口技术效率的影响。

$$\ln(y_{it}) = \beta_0 + \theta_t + \beta_1 \ln(x_{1t}) + \beta_2 \ln(x_{2t}) + \beta_3 \ln(x_{3t}) + \beta_4 \ln(x_{4t}) + v_{it} - u_{it} \quad (1)$$

$$m_{it} = \delta_0 + \delta_1 \cdot Z_{1t} + \delta_2 \cdot Z_{2t} + \delta_3 \cdot Z_{2t}^2 + \delta_4 \cdot Z_{3t} + \delta_5 \cdot Z_{4t} + w_i \quad (2)$$

$$\gamma = \frac{\sigma_u^2}{\sigma_u^2 + \sigma_v^2} = \frac{\sigma_u^2}{\sigma^2} \quad (3)$$

(1)式中, $y$ 代表产出, $\beta$ 和 $\theta$ 为待估系数, $x$ 为投入要素变量, $t$ 为时间趋势变量, $t=1, \dots, 6$ 。此外, $v_{it}$ 和 $u_{it}$ 为误差项,由技术非效率导致的误差项 $u_{it}$ 分布形式不固定,本文假定 $u_{it}$ 服从*iid*  $N^+(m_{it}, \sigma_u^2)$ 分布,且独立于由不可控随机影响造成的纯随机误差项 $v_{it}$ , $v_{it} \sim N^+(0, \sigma_v^2)$ , $v_{it} \in iid$ 。(2)式为效率损失模型,其中 $z_{it}$ 代表影响技术效率的可控外生性因素, $i$ 为投入要素变量, $i=1, \dots, 4$ ; $\delta$ 为待估参数,反映企业所有制、港口所在地的外贸依存度以及人才结构等外生性因素对技术效率的影响程度。(3)式为方差参数计算公式, $r$ 代表技术非效率方差在总误差项中所占的比例。当 $r$ 接近1时,表明误差主要源于技术非效率项 $u_{it}$ ;当 $r$ 接近0时,表明误差主要源于随机冲击的影响。因此, $r$ 越接近1,就越有必要对影响港口的可控外生性因素进行研究。

### (二) 变量设定

本文所选样本为2005-2010年全国范围内54家主要集装箱港口企业,涉及319组数据,年均吞吐量约占全国总吞吐量的77%。数据来源于《中国港口年鉴》以及各集装箱港口所在省市的《国民经济和社会发展统计公报》。

变量设定:以港口集装箱吞吐量 $y$ 作为产出变量,泊位长度 $x_1$ 、大型设备数量 $x_2$ 、年末在岗职工人数 $x_3$ 、年末劳务工人数 $x_4$ 作为要素投入变量<sup>[7]</sup>。考虑到港口经营管理特点及对外贸易经济发展对集装箱量的促进作用,笔者所设定的外生性因素变量包括:港口所在地外贸依存度、所有制结构、港口经营规模以及高层次人才比例。

外贸依存度 $Z_{1t}$ 。Kevin Cullinane、Song<sup>[7]</sup>认为港

口技术效率与港口所处的地理位置有一定关系,建议将港口与主航线的接近程度和港口自身的便利程度作为投入变量纳入模型,但是港口所处地理位置在主航线中的重要性(便利性)较难得到一个准确无争议的评价。笔者将能够在一定程度上反映港口所处地理位置和对外贸易水平的地方外贸依存度作为外生性因素引入模型,研究其对港口技术效率的影响。外贸依存度用进出口贸易额与GDP的比值表示。

所有制结构 $Z_{2t}$ 。企业的所有制结构在一定程度上代表了企业的私有化程度或政府对企业的干预程度。主流经济学理论认为自由市场体制虽然存在着诸多弊端,但却能更好地激励经营者有效配置资源,提高效率及效益。鉴于以上分析,笔者将同时引入所有制结构的一次项和二次项,分别由 $Z_{2t}$ 和 $Z_{2t}^2$ 表示。一次项 $Z_{2t}$ 系数用于分析外部资金介入与技术效率的关系,二次项 $Z_{2t}^2$ 系数用于判断港口技术效率的提升趋势,其系数反映外部资金增长速度与生产效率提升速度的对比。企业所有制衡量标准及数值设定参见邓蕾《中国集装箱港口企业生产率测度研究》<sup>[8]</sup>。

人才比例 $Z_{3t}$ 。集装箱港口作业方式和作业流程相对固定,而且集装箱港口不属于劳动密集型企业。因此,探究高层次人才比例对集装箱港口技术效率的现实影响十分必要。笔者用集装箱港口本科以上高层次人才占在岗职工人数的比例表示人才比例。

经营规模 $Z_{4t}$ 。集装箱港口经营规模能够在一定程度上反映企业竞争力。竞争力大小密切关联着企业技术效率的高低。根据国家统计局颁布的交通运输企业规模标准,将从业人员低于500人同时销售额低于3000万的企业定为小型企业,由此将样本集装箱港口分为小型企业和大中型企业两种,设定 $Z_{4t}$ 为0、1哑元变量,小型港口企业哑元变量设定为0,大中型企业哑元变量设定为1。

## 二、实证测度结果分析

### (一) 模型估计结果

将(2)式嵌入(1)式,采用FRONTIER4.1程序对模型(1)和(2)中的相关参数进行估计,估计结果如表1所示。

### (二) 技术效率分析

对模型估计出的港口相对技术效率结果进行整理后得到,样本期间54家集装箱港口的年平均技术效率分别为0.45、0.51、0.56、0.62、0.67、0.71,呈逐年上升趋势。相对技术效率较低的港口其技术效率提升较为显著,平均增幅在0.3以上。但如图1所

示,集装箱港口之间的技术效率仍存在较大的差距,在各集装箱港口年平均技术效率中,青岛远港国际集装箱港口的年均效率最高,为 0.92;其次是年均效率为 0.91 的上海港中海集装箱港口;年均技术效率

低于 0.25 的港口分别为浙江世航乍浦港口(0.23),宁波大树招商国际码头和温州港务集团龙湾集装箱码头(其年均技术效率仅为 0.20)。集装箱港口资源利用率不高的现象仍然比较明显。

表 1 测度模型估计结果

变量名	回归系数	标准差	检验值	显著水平
截距	10.40	0.36	28.60	***
$t$	0.06	0.02	4.01	***
$\ln(x_{1t})$	-0.03	-0.07	-0.35	-
$\ln(x_{2t})$	0.76	0.06	12.85	***
$\ln(x_{3t})$	0.10	0.06	1.61	-
$\ln(x_{4t})$	0.12	0.02	5.67	***
截距	0.59	0.45	1.30	-
$Z_{1t}$	-0.88	0.41	2.13	**
$Z_{2t}$	-4.66	1.39	-3.35	***
$Z_{2t}^2$	5.50	1.83	3.00	***
$Z_{3t}$	1.20	0.95	1.27	-
$Z_{4t}$	-3.47	1.52	-2.28	**
$\sigma^2$	1.21	0.41	2.96	***
$r$	0.94	0.02	46.74	***
Log likelihood function			-223.75	
LR test of the one side error			117.05 ***	

注: \*\* 表示在 5% 水平下显著; \*\*\* 表示在 1% 水平下显著(双尾检验);LR 为似然比检验统计量,其统计量服从混合卡方分布,检验约束个数为 7,对应检验临界值参照 Kodde & Palm<sup>[9]</sup>。

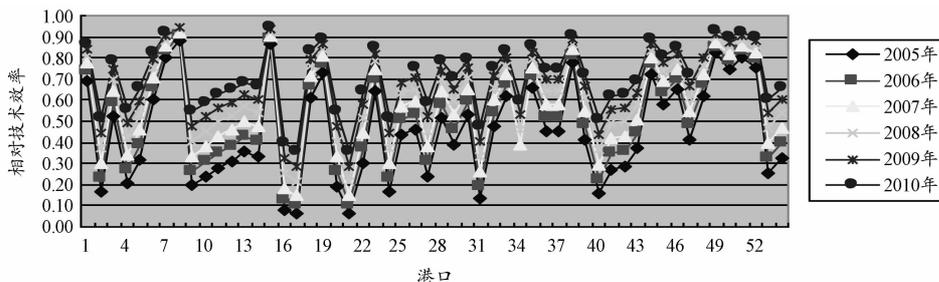


图 1 2005 - 2010 年 54 家集装箱港口的相对技术效率

(三) 投入要素分析

采用 FRONTIER4.1 程序估计出 4 种投入要素的产出弹性系数如表 1。其中泊位长度产出弹性系数为 -0.03,显示泊位投入对集装箱港口的技术率有微小负向影响作用。近年来不少学者认为中国集装箱港口存在较严重的资源投入拥挤现象。虽然 2005 年至 2011 年集装箱总体箱量升幅巨大,泊位利用率在一定程度上有所改善,但产能过剩的现象依然值得港口管理者重视。

集装箱港口设备数量产出弹性系数为 0.76,显示设备对港口技术效率起促进作用,设备投入每增长 1%,对港口技术效率贡献约增长 0.76%。如青岛港,其装卸设备的增加和改善大幅提升了港口生产能力。本文研究显示,设备对港口技术效率的影

响较其他投入要素有更明显的促进作用。

在岗职工人数产出弹性系数和劳务工人产出弹性系数分别为 0.10 和 0.12,集装箱港口各类员工对港口提升技术效率起到了一定的促进作用。近年国家放宽了对集装箱港口企业的干预程度,较多国有性质的集装箱港口引入外部资金改变了企业的所有制结构方式和运营管理模式,在一定程度上激发了员工的工作积极性;而劳务工人所面对的随时被辞工的压力,一般也能促使他们很好地完成港口的要求。

(四) 外生性因素分析

模型检验结果显示  $r = 0.94$ ,且通过了极大似然检验,较高的  $r$  值,说明通过控制相关外生性因素可以使港口技术效率得到较大提升。笔者对影响港口

技术效率的外生性因素进行了进一步分析,各外生性影响因素的系数如表1所示。

所有制结构系数为-4.66,显示外资介入比例每上升1%,将会带来约4.66%的技术效率提升。经过整理发现,不同所有制结构的集装箱港口平均效率存在明显差异,如图2所示。国有独资型企业平均技术效率最低(0.48),外资独资型企业平均效率最高(0.75)。外部资金介入引发的股权结构变动能够在很大程度上改善集装箱港口的技术效率。此外,为分析所有制结构对集装箱港口技术效率的影响,笔者在建模时引入了所有制结构的二次项。表1显示所有制结构的二次项系数为正,表明港口技术效率提升的速度已低于资金增长的速度,港口技术效率提升速度已经开始放缓。Jose Tongzon<sup>[10]</sup>认为,私有部门参与程度与港口运营效率呈倒U关系。对中国港口而言,外部资金介入的比例与技术效率与提升节奏之间的关系值得进一步关注。

经营规模系数为负,显示港口自身规模对技术效率呈正影响,港口自身经营规模每提升1%,对技术效率的贡献率约为3.47%。样本中,相对效率高于0.9的港口都是拥有较大规模的港口。如青岛远港国际集装箱、上海港中海集装箱、招商港务(深圳)有限公司等。如图2所示:样本期间大中型集装箱港口平均技术效率为0.68;小型集装箱港口平均技术效率为0.53。

外贸依存度系数为-0.88,显示港口所在地对外贸易发展对港口技术效率起到正向促进作用。但

外贸依存度增长1%,仅能带来0.88%的技术效率提升,促进作用并不明显。目前,中国集装箱港口业的发展方式还处于相对粗放阶段,对政府扶持依赖性较强,相对港口所有权结构和经营规模对技术效率的影响,现阶段外贸依存度对港口技术效率的促进作用相对弱小。样本中,不同地域的外贸依存度与所在地港口技术效率差距如图2所示,港口所在地外贸依存度小于2的集装箱港口平均技术效率为0.58,所在地方外贸依存度大于2的集装箱港口平均技术效率为0.63。

人才比例系数值为1.2,显示本科以上高层次人才整体上并未对集装箱港口企业技术效率起推动作用。样本期间集装箱港口企业各年平均本科比例保持在20%左右,较高的人才并未正向促进港口绩效的发展,与传统对人才认识的观点相出入。产生矛盾的原因可能在于一方面SFA模型设计架构中缺少对包含人力资本投入如培训投入等方面的估计项,从而低估了职工的产出弹性;另一方面,港口员工知识水平远远不能满足港口发展需求,即集装箱港口各类岗位包括高层管理人员、生产经营管理人员以及基层操作人员等,其知识技能满足需求比率均较为低下<sup>[11]</sup>。同时,样本港口大都经历着逐渐市场化管理和运营的过程,因此不同程度的冗员现象也影响到人才对效率的正向促进作用。本文中人才比例的实证结果显著性并不明显,高层次人才对作业方式和作业流程相对固定的集装箱港口技术效率影响有待后续进一步研究。

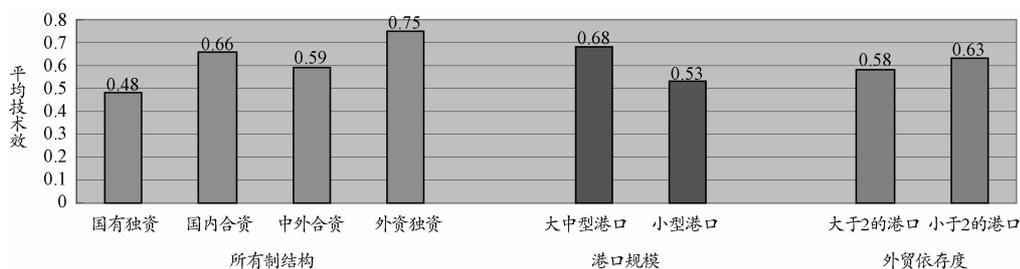


图2 不同外生性因素影响下的集装箱港口平均技术效率

### 三、结论

笔者运用包含时间趋势的柯布道格拉斯随机前沿生产函数,建立效率损失模型,分析了2005-2010年中国主要集装箱港口投入产出要素及外生性因素对港口技术效率的影响。研究结果显示:(1)中国集装箱港口企业近6年年均技术效率呈逐年增长态势,但平均技术效率为0.59;各港口间技术效率水平参差不齐,差距较明显,整体还有较大提升空间。(2)资本投入要素中,设备投入对集装箱港口效率提

升影响积极,其次是以在岗职工和劳务人员为表征的劳动力投入,而代表港口基础设施建设的泊位投入呈现一定的消极影响,需要谨慎对待港口基础设施的扩大建设。(3)在影响港口技术效率的企业运营管理、所有制特征和对外贸易经济等外生性因素中,所有制结构、港口经营规模及外贸依存度对港口技术效率呈现正向影响;外资与合资集装箱港口技术效率明显高于国有属性港口,规模较大的港口以及所在地域对外贸易发展良好的港口也有着较好的

技术效率;本科以上专业技术人才对效率的推动作用没有得到展现。

因此,提升中国集装箱港口技术效率,必须完善内部管理,注重各项投入的有效利用和港口建设的合理规划,避免资源浪费;同时,进一步提高港口企业各类人员知识技能以满足需求,强化岗位责任意识,强化人才作用的发挥。合理引进海内外战略投资者,引导资源整合,扩大经营规模,提高集装箱港口的资源配置效率与规模效应;鼓励港口所在地对外贸易经济发展,促进港口资源的有效发挥。

#### 参考文献:

- [1] CULLINANE K, WANG T F. The efficiency analysis of container port production using DEA panel data approaches [J]. *OR Spectrum*, 2010, 32: 717 - 738.
- [2] HUNG S W, LU W M, WANG T P. Benchmarking the operating efficiency of Asia container ports [J]. *European Journal of Operational Research*, 2010, 203: 706 - 713.
- [3] GONZALEZ, TRUJILLO. Reforms and infrastructure efficiency in Spain's container ports [J]. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 2008, 42 (1): 243 - 257.
- [4] 李兰冰,刘军,李春辉. 两岸三地主要沿海港口动态效率评价[J]. *软科学*, 2011, 25(5): 80 - 84.
- [5] 罗俊浩,崔娥英. 基于 Malmquist 指数的中国集装箱港口的生产率分析 [J]. *科学技术与工程*, 2011, 11 (25): 6108 - 6113.
- [6] 罗俊浩,崔娥英,季建华. 基于随机前沿分析(SFA)的港口上市公司的效率评价[J]. *武汉理工大学学报*, 2012, 36(4): 736 - 739.
- [7] CULLINANE K, SONG D W. Estimating the relative efficiency of european container ports: A stochastic frontier analysis [J]. *Research in Transportation Economics*, 2006, 16: 85 - 115.
- [8] 邓蕾. 中国集装箱港口企业生产率测度研究 [D]. 重庆: 重庆大学, 2010.
- [9] KODDE D A, PALM F C. Wald criteria for jointly testing equality and inequality restrictions [J]. *Econometrica*, 1986, 54: 1243 - 1258.
- [10] JOSE, WU H. Port privatization - efficiency and competitiveness: Some empirical evidence from container ports [J]. *Transportation Research Part A*, 2005, 39: 495 - 424.
- [11] 丁以中. 基于知识需求的港口人力资源评价 [J]. *上海海事大学学报*, 2008, 28(4): 1 - 5.

## Research on Influential Factors of Technical Efficiency in Chinese Container Ports Enterprises

DENG Lei<sup>a,b</sup>, TANG Shasha<sup>a</sup>

(a. School of Mechanical Engineering; b. Chongqing Key

Laboratory of Logistics, Chongqing University, Chongqing 400044, P. R. China)

**Abstract:** Cobb - Douglas stochastic frontier analysis model is adopted in this paper to measure the technical efficiency changes of major container ports in China and explore the effect of input factors mainly including port facilities, berth, manpower, etc, and exogenous factors such as ownership structure, operating scale, talent proportion and local foreign trade development, etc, on relative technical efficiency of container port. The results show that: Equipment investment has a greater positive influence on technical efficiency than berth, manpower and other input factors; ownership structure, operating scale, foreign trade dependence and other exogenous factors have positive influence on technical efficiency, for instance, the average technical efficiency of state-owned container terminals is significantly less than those of joint-venture or foreign-invested enterprises; and high-quality talents haven't played an active role in promoting technical efficiency.

**Key words:** stochastic frontier analysis; technical efficiency; input factor; exogenous factor

(责任编辑 傅旭东)