

长三角地区港口效率的空间溢出与门槛效应研究¹

宋 敏，黄 浩

（河海大学商学院，南京 211100）

【摘 要】：利用超效率 DEA 方法测算长三角地区 15 个港口城市 2005-2016 年的港口相对效率，并以此代表各城市港口投资建设以及运营管理成效。进一步引入普通面板、空间面板和门槛面板三种面板回归模型，分析港口效率对区域经济发展的影响。结果表明：港口效率存在显著的空间差异，沿海沿江港口效率大于内河港口效率；港口效率对区域经济发展存在正向的空间溢出效应，并且溢出效应大于直接效应，说明港口带来的社会效益大于私人效益；当港口效率提升达到一个门槛值时，其对区域经济增长的贡献会明显提升，但是当港口效率进一步提升达到另一个门槛值时，其对区域经济增长的贡献又会有所回落。

【关键词】：港口效率；超效率 DEA；空间溢出效应；门槛效应

【中图分类号】：F061.5

【文献标识码】：A

【文章编号】：1000-4211（2018）02-0033-12

一、引 言

交通基础设施为社会生产和居民出行提供了方便，但其建设周期长，资本投入大，成本较高，提升交通基础设施投资运营效率已经成为政府和学者们特别关注的问题。港口作为重要的物流节点基础设施，是连接腹地经济、推动区域发展的重要依托，更是对外贸易的门户。特别是“一带一路”、“长江经济带”等政策的提出，使得沿海沿江港口城市在区域经济发展进程中扮演越来越重要的角色，港口投资建设、运营管理效率将直接影响着政策的实施效果。国内外对港口效率的研究最早使用的是指标分析法（J. B. Tabernacle, 1995; Talley, 1994），后来学者们采用参数法对港口整体效率进行测算，包含线性回归法和随机前沿分析法（Clark X, 2004; Estache A, 2002; 陈春芳等, 2008; 罗俊浩等, 2012）。然而随机前沿分析是建立在一定假定基础上，不能考虑投入产出间的非线性关系，且函数的形式及数据选择等均会对效率结果产生影响。越来越多的研究倾向于非参数化的研究思路，其中数据包络分析（DEA）是近年来港口效率测度最常用的非参数方法（Martinez-Budria E 等, 1999; Tongzon J, 2001），有学者将 DEA 方法与 Malmquist 生产率指数结合，评价我国主要港口效率的动态变化（庞瑞芝, 2006; 李兰冰等, 2011）。

港口效率衡量的仅是港口自身发展状况，作为节点型交通基础设施，港口能衡量要素流动性，具有规模效应和网络效应，并通过溢出效应而间接作用于区域经济。学者们通过建立回归模型证明了港口物流发展促进了区域经济发展（范月娇, 2013; 朱坤萍等, 2013; 王洪清, 2013; 宋敏等, 2015）。港口效率高低不仅反映了港口自身规划建设、物流运输及营运能力，也影响着区域物流成本及货物可达性，带来企业区位选择的变化，引起产出、投资等变化，同样能对区域经济产生影响。伍文中（2011）研究各省基础设施投资效率溢出效应时发现，本地区基础设施投资效率提升推动了周边地区的城市化进程。此外随着交通运输

¹【收稿日期】：2018.02.09

【基金项目】：中央高校基本科研业务费“水运投资对工业发展的时空特征研究——以江苏省 13 个地市为例”（2017B32314）

【作者简介】：宋 敏（1975-），女，汉，四川眉山人，河海大学商学院副教授，硕士研究生导师，管理学博士，研究方向为水利经济。地址：江苏省南京市江宁区佛城西路 8 号，邮编：211100，电话：13851559957，邮箱：151313040009@hhu.edu.cn。
黄 浩（1993-），男，汉，江苏金湖人，硕士研究生，研究方向为水利经济。

网络的逐渐完善，作为运输网络节点的港口之间的联系变得更加便捷和经济，对经济资源的空间分布会产生更大的影响。港口的网络经济性，必须在形成一定网络规模时才能通过较大的可达性对经济产生影响，港口只有发展到一定程度时，对经济的影响才会有进一步的提升，存在门槛效应。大量研究证实了交通基础设施对经济集聚存在门槛效应，因研究对象和变量的选取不同，结论也不尽相同（陆根尧等，2015；申亮等，2015；Deng et al, 2014）。

综上可知，目前大多数关于港口效率的研究都集中在港口本身运营效率的分析，较少将港口效率与区域经济发展相联系，忽视了港口效率在空间上对间接腹地的作用；多数港口与经济增长关系的研究都采用了线性回归模型，未考虑在区域各城市的经济发展水平存在差异的情况下，各城市对港口规模的需求是否具有差异，港口发展水平与经济发展水平是否适应，需求结构是否合理；在衡量港口水平指标选取中大多数选取物流指标衡量其发展状况，不能反映港口发展的质量。我国长三角地区有着良好的经济基础和水运条件，位于长江经济带上的长三角港口群是由上海市、江苏省、浙江省主要的港口组成的一个层次分明、分工明确、功能定位合理的港口群，但是港口水平参差不齐，港口腹地重叠较多，资源整合的阻力较大。本文通过超效率 DEA 模型测算各城市港口效率，并分别引入空间模型和门槛模型计算长三角区域内港口效率对经济的直接效应和溢出效应，判断港口效率对经济的作用是否存在门槛效应，对调节港口城市间利益的冲突，制定各港口发展规划，协调港口群内各港口的资源，保证长三角地区经济健康发展，促进“一带一路”、“长江经济带”建设具有重要意义。

二、长三角地区港口效率测度

（一）研究方法的选取

港口效率是指以最小的成本建立港口物流生产体系，最大程度上满足社会公共需求，包括物流运输及社会生产需求，可以用投入产出效率来衡量。数据包络分析（DEA）是一个对多投入和产出的多个决策单元的效率分析方法。通过构建随机前沿面，利用已有数据，将各决策单元变量与构建的有效前沿面对比，测算出相对效率值。其最大的优点是无需考虑生产函数的形式及投入产出变量的单位量纲问题，因此本文选用 DEA 方法测算长三角地区港口效率。但利用传统的 CCR 模型来测算效率时，有效的 DMU 均为 1，无法区分有效单元的差异，为了避免多个港口同时处于最优前沿面的情况，选择 Andersen（1993）等提出的超效率 DEA 模型测算长三角地区港口效率。

（二）指标选取与样本选择

1. 指标选取与来源

指标选取要遵循代表性、可比性、可行性和独立性原则，以往港口效率测算中往往以泊位数和码头岸线长度等生产性投入量作为投入变量，忽视了资本的投入，本文加入港口投资额作为资本性投入变量。同时以往研究中大多以港口货物吞吐量作为产出变量，本文为了更好的体现港口物流运营效率，在前人的基础上加以细分，选取煤炭、石油天然气、金属矿石等工业原料吞吐量和集装箱这类产成品吞吐量作为产出指标，其中原料吞吐量反映了港口所在城市生产活动的需求情况，集装箱吞吐量能够反映港口所在城市对外供给能力。具体指标见表 1。

表 1 港口投资效率测算指标选取

投入指标	资本性投入	港口投资额
	生产性投入	泊位数、岸线长度
产出指标	原料吞吐量	煤炭、石油天然气、金属矿石
	产成品吞吐量	集装箱

数据来源：《中国港口统计年鉴》、《中国交通年鉴》。

2. 样本选择

长三角水网密布，港口分布非常紧密，为了保证实证分析结果具有说服力，样本选择同样要具有代表性，本文以地级市为单位选取江苏省、浙江省和上海市的位于长江沿线或支流的主要港口为代表进行研究，其中沿海港口主要包括上海港、宁波舟山港、温州港和台州港，长江沿线港口主要有南京港、苏州港、无锡港、泰州港、扬州港、南通港、镇江港和常州港，内河港口主要包括杭州港、嘉兴港和湖州港等。数据来源于《中国港口年鉴》、《江苏省统计年鉴》、《浙江省统计年鉴》及《上海统计年鉴》。选择的样本共 15 个（宁波港和舟山港于 2006 年正式合并，在文中作为一个样本；张家港、太仓、常熟组成苏州港算作一个样本；无锡内河港与江阴港合并为一个样本），时间区间为 2005-2016 年，累计 180 个面板数据。

（三）测算结果分析

使用 MYDEA1.0 软件对长三角地区 2005-2016 年 16 个决策单元进行效率测算，结果如表 2 所示。不难发现，港口效率较高的港口城市为上海、苏州、宁波舟山、南通和南京，平均值在 0.95 以上。除宁波舟山外，其余港口城市均沿长江分布，主要因为长江为这些城市港口发展创造了良好的自然条件，在产出不变的情况下，可以降低港口建设成本从而提升港口效率。作为经济和港口发展规模均位列世界前茅的上海的港口效率的平均值为 1.08，低于两翼苏州和宁波舟山，原因可能在于上海的劳动力和土地价格较高，基础设施的建设成本或在原有港口基础设施上翻新的成本偏高，使得港口效率低于苏州和宁波舟山，这也反映了港口规模并不与效率等同。常州、杭州、湖州和嘉兴这类内河港口城市由于本身自然条件和水利基础设施水平与沿江城市有差距，因此港口效率排名靠后。镇江、扬州和泰州的港口规模较小，投入相对较少，但长江提供良好的水运条件方便了 3 个城市的货物周转，提升了港口货物吞吐量，因此港口效率也保持在 0.9 左右。温州和台州虽然是沿海港口城市，但浙江省的港口货物大部分从宁波舟山港进行周转，因此港口效率与浙江其他城市港口一样数值偏低。

表 2 2005-2016 年长三角城市港口效率评价结果

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	均值	排名
南京	1.05	0.99	0.99	0.99	1.00	0.97	0.95	0.94	0.94	0.96	0.98	1.17	0.99	4
扬州	0.87	0.79	0.87	0.86	0.84	0.88	0.85	0.86	0.87	0.91	0.92	1.00	0.88	8
镇江	1.19	0.81	0.9	0.93	0.88	0.88	0.89	0.88	0.91	0.84	0.84	0.89	0.90	7
苏州	1.21	1.36	1.45	1.52	1.53	1.49	1.52	1.45	1.28	1.31	1.32	1.00	1.37	1
无锡	0.75	0.76	0.76	0.99	0.90	0.96	0.98	0.99	1.00	0.83	0.83	0.78	0.87	9
常州	1.19	1.33	1.23	0.68	0.72	0.71	0.73	0.68	0.74	0.73	0.71	0.87	0.86	11
南通	0.93	0.97	0.97	1.00	0.97	0.97	0.98	0.94	0.97	0.99	1.01	1.00	0.98	5
泰州	0.94	1.01	1.05	0.93	0.91	0.92	0.94	0.92	0.95	0.87	0.86	0.98	0.94	6
上海	1.17	1.14	1.10	1.08	1.07	1.06	1.03	1.03	1.03	1.06	1.05	1.17	1.08	3
杭州	0.63	0.61	0.70	0.71	0.77	0.70	0.68	0.68	0.69	0.71	0.72	0.76	0.70	14
嘉兴	0.62	0.63	0.74	0.79	0.79	0.78	0.78	0.76	0.76	0.78	0.78	0.85	0.76	13
湖州	0.53	0.53	0.61	0.65	0.62	0.62	0.62	0.6	0.61	0.60	0.60	0.73	0.61	15
宁舟	1.06	1.09	1.11	1.11	1.11	1.13	1.14	1.14	1.12	1.13	1.10	1.08	1.12	2
台州	0.82	0.81	0.89	0.92	0.88	0.86	0.85	0.83	0.83	0.81	0.80	0.86	0.85	12
温州	0.87	0.83	0.91	0.91	0.89	0.85	0.85	0.91	0.9	0.84	0.84	0.86	0.87	9

数据来源：MYDEA1.0 软件计算所得。

从港口效率变动情况看，长三角地区规模最大的上海港的效率在 2006 至 2015 年有下降的趋势，但仍然保持在较高水平，在 2016 年有所回升；分布在上海两翼的苏州和宁波舟山的港口效率先升后降；镇江和常州等地区性港口效率呈现下降趋势，扬

州、嘉兴和湖州等港口效率稳中有升；其他城市的港口效率起伏不定，但总体变化不大。

总之，港口效率高的城市位于沿海沿江地区，特别是上海两翼，而内河港口城市的效率较低，存在明显的空间差异，空间集聚效应显著。长三角地区经济发展水平同样存在这样的特征，即上海两翼的经济发展水平在全国处于前列，内河港口城市的经济发展水平低于上海两翼。由此可见，长三角地区港口效率与经济发展水平的分布呈现出相似的特征，因此本文进一步运用空间计量模型定量分析长三角港口效率与经济发展之间的关系。同时由于差异的存在，本文也将引入门槛模型计算出港口效率与经济发展之间的门槛数值，找出跨越门槛和未跨越门槛的港口城市，方便各港口城市认清定位，制定发展战略。

三、基于面板数据的结果分析

（一）基本模型设定

本文以索罗模型为基础，将上文计算的港口效率作为新增内生经济影响变量，参考刘倩倩（2017）等人的方法，采用基于规模报酬不变的修正后的柯布道格拉斯函数测算港口效率对经济增长的影响。为了剔除其他因素对被 GDP 的影响，本文将影响被解释变量的其他主要因素引入模型和所要研究的港口效率一同估计模型，得到比较准确的估计量。对数化的形式为：

$$\ln gdp = q_0 + \beta_1 \ln K + \beta_2 \ln AL + \sum_j q_j X_j + e \quad (3-1)$$

式中： q_0 表示常数； β_1 、 β_2 和 q_j 为相应变量的系数； e 为误差项。式（3-1）揭示了总产出主要受到物质资本存量 K 、人力资本 AL 以及其他变量 X_j 的影响。为了消除多重共线性的影响，以上数据均通过取自然对数进行处理。

1. 空间计量模型设定

式（3-1）测算的只是港口效率对经济的影响，未能具体量化港口效率对经济增长的空间效应。本文依据新经济地理学的思想和理论，引入表示地区之间空间距离的空间矩阵 W ，将式（3-1）进一步扩展为空间回归模型。常见的空间回归模型包括空间滞后模型（SAR）、空间误差模型（SEM）和空间杜宾模型（SDM）。空间杜宾模型（SDM）同时包含空间滞后因变量和空间滞后自变量，不仅可以估计自变量对于自身的影响，还可以估计对其他区域的影响，这种解释在空间计量中解释能力更强，因此本文选用空间杜宾模型（SDM）来解释港口效率对区域经济的空间溢出效应，同时SDM与SAR、SEM之间可以相互转换，本文在下文中通过判断是否可以转换来验证选取空间杜宾模型的合理性。将各变量代入空间杜宾模型得到式3-2：

$$\ln gdp_{it} = q_0 + \rho W_{ij} gdp_{jt} + \beta_1 \ln K_{it} + \beta_2 \ln AL_{it} + \beta_j \sum_j q_j X_{jt} + \theta_1 W_{ij} \ln K_{jt} + \theta_2 W_{ij} \ln AL_{jt} + \theta_k W_{ij} \sum_k q_k X_{kt} + e \quad (3-2)$$

式（3-2）中 W 表示空间矩阵，本文采用空间单元在更远距离上也存在联系的地理距离权重矩阵，用两城市经纬度坐标测算城市间的距离平方的倒数作为权重，并将矩阵每行元素之和标准化为1。 ρ 表示其他地区经济增长对本地经济增长的影响； β 为变量的参数估计； θ 表示相应空间滞后项系数； e 为随机误差项； i 、 t 表示地区个体和时间维度。

2. 门槛面板回归模型设定

门槛效应是指当一个经济参数达到特定的数值后，引起另外一个经济参数发生突然转向其它发展形势的现象，学者 Hansen（1999）在门槛回归模型上做出了杰出的贡献。本文测算的是港口效率对区域经济的门槛效应，因此在式（3-1）的基础上，选定港口效率作为门槛变量，考虑到门槛变量可能存在多个门槛值，参考连玉君等（2006）人的研究，建立以下多重门槛回归模

型 (3-3) :

$$\ln gdp_{it} = \alpha_0 + \beta_1 PEI(PE < \gamma_1) + \beta_2 PEI(\gamma_1 \leq PE < \gamma_2) + \dots + \beta_m PEI(\gamma_{m-1} \leq PE < \gamma_m) + \beta_{m+1} PEI(PE \geq \gamma_m) + Contr + e_{it} \quad (3-3)$$

其中 PE 为门槛变量; γ 为待估计的门槛值, m 为门槛个数; contr 为不受门槛变量影响的控制变量; $I(*)$ 为指标函数, 相应的条件成立时取值 1, 否则取值为 0。

(二) 变量选取与数据源

1. 被解释变量

国内生产总值 (GDP): 以国内生产总值作为港口效率对经济增长空间影响及门槛效应的被解释变量, 以 2005 年为基期进行可比价折算。

2. 主要解释变量

港口效率 (PE): 作为本文研究重点, 以上一节计算得出的港口效率作为核心解释变量来分析对区域经济的空间溢出及门槛效应。

资本存量 (K): 采用永续盘存法计算公式 $K_t = (1 - \delta) K_{t-1} + I_t$ 估算, δ 表示资本存量的折旧率, 用普遍采用的 10.96% 替代, I_t 用相应年份固定资本形成总额表示, 最后以 2005 年为基期进行价格折算。

人力资本 (AL): 本文以表示劳动力水平的就业人口数量和表示受教育水平的知识资本的乘积作为人力资本。其中受教育水平通过公式 $hc_i = \sum_{j=1}^5 p_j t_j$ 计算得出, p_j 表示每种教育层次人数占 6 岁及以上总人口的比重, t_j 为受教育年限, 有 0 年、6 年、9 年、12 年、16 年五种标准

3. 其他变量

财政支出 (FEP): 用财政支出占财政总收入的比重表示; 产业结构 (PTI): 用二产业占比表示; 创新水平 (PAT): 用港口所在城市每年专利获得数量表示; 贸易水平 (OPEN): 采用贸易进出口总额与 GDP 的比值来表示。

在测算港口效率时宁波舟山已经合并, 因此将两座城市的经济数据也合并为一个。样本包括 15 个城市, 时间跨度为 2005 至 2016 年间。数据来源于《江苏省统计年鉴》、《浙江省统计年鉴》、《上海市统计年鉴》、《中国劳动统计年鉴》、《中国人口和就业统计年鉴》以及各港口所在城市的统计网站的公开信息。

(三) 结果分析

1. 普通面板及空间面板结果分析

结合以上变量及方法的选择, 运用 Stata12.0 得出空间和门槛面板回归结果, 如表 3 所示。先分析普通面板回归模型的结果, F 检验和 Hausman 值均表明应当选择固定效应模型。港口效率每提升 1%, 港口所在城市的经济增长 0.040%。资本存量和人

力资本对经济的弹性分别为 0.461 和 0.790，与理论相符。其他各变量中，除了外贸依存度不显著外，其余变量财政支出、产业结构及创新水平均通过了显著性检验，对经济增长的弹性分别为-0.022、0.085 和 0.297，其中创新水平和产业结构的结果为正，而财政支出对经济增长的影响为负数。

表 3 基于面板数据的回归分析结果

	F-OP	F-SAR	F-SEM	F-SDM	
				固定效应	随机效应
PE	0.040*	0.022***	0.061**	0.039***	0.023*
K	0.461***	0.343**	0.541**	0.535**	0.845***
AL	0.790**	0.922*	0.017	0.228**	0.198***
FEP	-0.022***	0.013	0.162	-0.041***	-0.025
PTI	0.085***	0.310***	0.38***	0.032*	0.044***
PAT	0.297**	0.023**	0.01*	0.056*	-0.04
OPEN	0.183	0.015*	0.013*	0.041**	0.034*
W*PE	—	0.136***	—	0.136***	0.060**
W*K	—	0.204***	—	0.336***	0.274***
W*AL	—	-0.166**	—	-0.161*	-0.264**
W*FEP	—	0.005	—	-0.031**	-0.068***
W*PTI	—	0.192*	—	-0.231	0.029*
W*PAT	—	0.138***	—	0.192**	0.276**
W*OPEN	—	0.051***	—	0.258**	0.180***
Cons	7.78***				
R-squared	0.8829	0.9654	0.9432	0.9656	0.9523
F 检验	38.52***				
Hausman	15.6**				
Wald				93.71***	27.20***
LR				50.72***	41.58***
AIC				-628.61	-475.63

数据来源：Stata12.0 计算所得。注：*、**和***分别表示 10%、5%和 1%的显著性水平。F-OP 表示面板回归模型，F-SAR 表示空间面板自回归模型，F-SEM 表示空间面板误差模型，F-SDM 表示空间面板杜宾模型。

其次分析空间面板模型。空间面板回归模型的 R^2 大于普通面板回归模型的结果，说明空间模型的拟合度优于普通面板回归模型。空间杜宾模型中，固定效应 AIC 的绝对值大于随机效应 AIC 的绝对值，说明应当选择固定效应模型。从 Wald 和 LR 的结果看，3 个空间模型中应当选择空间杜宾模型（SDM）进行分析，为了节省篇幅，只列出空间自回归模型（SAR）和空间误差模型（SEM）固定效应的结果，同时列出空间杜宾模型的随机效应结果，便于比较分析。

根据 F-SDM 固定效应的分析结果可知，长三角地区某个城市港口效率增加 1%，该城市的经济增长 0.039%，虽然小于普通面板回归结果 0.040%，但是港口效率使其他城市经济增长 0.136%，即港口效率的溢出效应为 0.136%。相加为 0.175%，大于普通面板的结果，说明普通面板忽视了空间相关性，低估了港口效率的作用，同时可以看出溢出效应的数值大于直接效应的值，说明港口的发展带来的社会效益大于私人效益。理论上分析，溢出效应的产生主要是因为长三角地区港口投入的增加使得码头泊位等级和专业化水平不断提升，通过投入乘数作用于经济增长。此外港口效率的提升一方面表现在产出即港口物流的增长，使城市间贸易的自由流动的增强，有利于经济产生集聚效应；另一方面表现在投入的减少即港口企业的交易成本降低，使得企业

获得更大利润，为区域经济做出更大贡献。

具体来看，长三角地区规模最大的上海港既是国家综合运输大通道也是国内外物流的重要节点，是集装箱、石油天然气、金属矿等有产成品和散杂货运输体系的枢纽，对内对外具有双向辐射作用，带动了两翼地区即江苏省和浙江省各港口城市的发展；南京和苏州作为江苏省主要港口，对外是上海国际航运中心运输体系的干线港，在省内承担连接长江下游各港口，促进港口协调发展的责任，江苏省内其他沿江港口多为上海国家运输系统的支线港和喂给港，在货物周转的过程中带动了周边港口城市的经济增长，；浙江省港口形成以沿海宁波一舟山港为中心，嘉兴、温州、台州港为骨干，其他中小港口相应发展的分层次布局，内河杭州港、湖州港等初具规模，加上浙江省物流园区分布范围广泛，为企业商品生产和销售提供了便利交通服务，直接促进了浙江省港口城市间以及与长三角港口城市的经济交流，客观存在的溢出效应也不难理解。

在其他变量中资本存量、创新水平和外贸水平对经济增长的直接效应和溢出效应分别为 0.535 和 0.336、0.056 和 0.192、0.041 和 0.258，均为正数且通过了显著性检验；产业结构对经济增长的直接效应为正，而溢出效应的结果未通过显著性检验；人力资本的溢出效应却为负，说明某一城市人力资本越多，反而会降低周边城市的经济发展水平，这可以用“虹吸效应”进行解释，比如上海的人力资本越多，说明吸取周边城市如苏州等城市的人力资本也越多，降低其他城市的劳动力水平，进而降低其他城市的经济水平；特别注意的是政府支出对经济的直接效应和溢出效应分别为-0.041 和-0.031，均为负数，这是因为长三角地区政府消费性支出比例较高，带来居民消费的减少，间接阻碍了经济增长，而且虽然政府投资性支出包括港口基础设施投资建设等直接拉动经济的增长，但是长三角地区经济的增长更多依靠服务业为主的投资来拉动，因而投资性支出对经济的刺激的作用变小，从侧面反映了长三角高投资的经济增长方式所带来的边际效用在不断下降。

2. 门槛面板回归分析

最后分析门槛回归模型的结果。引入门槛回归模型是为了重点分析港口效率对区域经济的影响是否会随着港口规模扩大效率提升而增加。在进行门槛值估计之前，首先运用格子搜索法确定门槛个数，结果表 4 所示。

表 4 门槛个数检验结果

类型	F 值	P 值	临界值		
			1%	5%	10%
单一门槛	2.707	0.078	6.319	4.704	2.539
双重门槛	4.356	0.08	5.091	3.812	2.605
多重门槛	1.193	0.264	9.632	7.925	4.265

数据来源：使用 Stata12.0 采用 Bootstrap500 次自抽样计算。

从表 4 中可以看出，长三角港口效率的单一门槛、双重门槛的效果检验都通过了 5%水平下的显著性检验，多重门槛未通过显著性检验。双重门槛的显著性优于单一门槛，所以本文选择双重门槛模型进行测算，门槛值及相应的门槛回归结果如表 5 和表 6 所示。

表 5 门槛值的估计值和置信区间

模型	门槛估计值	95%置信区间
第一门槛值	0.8306	[0.6167, 1.4536]
第二门槛值	1.0512	[1.0003, 1.0936]

数据来源：使用 stata12.0 计算所得。

表 6 门槛回归分析结果

变量	回归系数	t 值	P 值
PE_β ₁	0.041	-3.7053	0.000
PE_β ₂	0.078	10.7606	0.000
PE_β ₃	0.052	2.031	0.0352
K	0.412	2.4825	0.0137
AL	0.74	9.1736	0.000
FEP	-0.011	2.0876	0.0379
PTI	0.057	10.3605	0.000
PAT	0.293	1.5369	0.0956
OPEN	0.168	9.9364	0.000
Cons	3.149	2.4492	0.015
R ²	0.9024		

数据来源：使用 stata12.0 计算所得。

表 6 中 R^2 大于普通面板模型中的值, 说明门槛回归模型的拟合优度优于普通面板模型。由结果可知当港口效率 PE 大于 0.8306 时, 港口效率对经济增长的弹性从 0.041 变为 0.078, 说明当港口效率提升会促进经济的进一步增长, 这是因为港口基础设施建设周期相对较长, 部分规划相对超前, 在建设和运营初期不能完全发挥作用, 单一的运输线路或运输方式的发展对经济集聚的影响有限。随着时间的推移, 长三角地区各城市港口基础设施投资的增加及港口运输网络逐渐完善, 降低了运输成本, 增加了泊位年通过能力, 使得港口货物吞吐量逐年增长, 最终带来港口效率显著提升, 进一步带动区域间各港口城市的贸易交流, 促进区域经济集聚。从表 2 中可知, 港口平均效率超过 0.8306 的港口城市共有 12 个, 可见长三角大部分城市港口的发展已经跨越了第一道门槛, 嘉兴、杭州和湖州受制于自然条件, 港口货物吞吐能力有限, 港口效率低于第一个门槛值, 随着“杭州湾大湾区”概念的提出, 浙江内河港口基础设施建设会逐步完善, 港口效率也将跨越第一个门槛值。当港口效率超过 1.0512 时, 港口效率对经济增长的贡献降低为 0.052, 低于港口效率处于第一个门槛值和第二个门槛值之间时对经济的作用, 但仍然高于未达到第一个门槛时对经济的贡献。目前长三角地区港口平均效率超过 1.0512 的只有上海、宁波舟山和苏州 3 个城市的港口, 贡献度降低的主要原因是港口效率的提升加剧了港口之间的竞争, 难免造成资源的浪费, 带来经济效率的降低。上海港、苏州港、宁波-舟山港作为长三角地区集装箱运输的干线港, 承担了长三角地区集装箱运输的责任, 集装箱数量代表着港口城市的产出水平, 上海港、苏州港和宁波-舟山港的集装箱运输能力及数量日益提升, 吸纳周边港口城市的集装箱, 带来港口效率提升的同时, 无形中也降低了周边各港口城市的产出, 因此也不难理解这 3 个港口城市的港口效率对区域经济的弹性会有所回落。

从时间跨度分析, 上海港除在 2011-2013 年港口效率处于第一个和第二个门槛值之间, 其余均高于第二个门槛值, 说明上海港规模的扩大虽然对长三角区域经济起到了促进作用, 但这种作用在逐渐变小, 位于上海两翼的苏州港和宁波-舟山港, 除了苏州港在 2016 年, 其他时间一直高于第二个门槛值, 对区域经济的贡献未达到最大。南京港在 2005-2015 年间港口效率一直介于第一个和第二个门槛值之间, 但 2016 年跨越了第二个门槛, 说明南京港规模的扩大有掠夺周边港口城市资源, 降低经济效率的风险。常州港口效率变动幅度较大, 对区域经济的贡献不如其他港口城市稳定。浙江内河杭州、嘉兴和湖州的港口效率一直低于第一个门槛值, 有较大的发展空间。其余港口效率均处在第一个和第二个门槛值之间, 对经济的贡献度达到了最优。其余变量的解释与空间面板回归模型中类似, 在此不再多述。

四、结论与建议

（一）结论

本文首先运用超效率 DEA 模型测算长三角地区 15 个港口城市 2005-2016 年的港口效率，以此衡量港口建设及运营状况，进一步采用空间面板和门槛面板模型，探讨港口效率与区域经济发展间的关系。

总体来说，长三角地区港口城市的港口效率空间差异明显，上海及两翼苏州和宁波舟山的港口效率位列前茅，沿海沿江城市的港口效率高于内河城市港口效率，且这种差异未随着时间的推移而发生变化。同时港口效率的空间差异使得港口发展对经济增长产生空间溢出效应，当长三角区域内某港口城市的港口效率增加 1%，直接带动港口所在城市经济增长 0.039%，周边城市经济增长 0.136%，表现出正向的空间溢出效应。此外港口效率的差异对区域经济有不同的影响，杭州、嘉兴和湖州受制于自然条件及港口规模，港口效率偏低，对区域经济增长的弹性仅为 0.041，上海、苏州和宁波-舟山的港口效率较高，但高效率带来竞争加剧及资源浪费的风险，对区域经济的贡献并未达到最大，结果为 0.052。其他城市的港口处在健康发展阶段，港口效率虽然不如上海、苏州和宁波-舟山的港口效率，但对区域经济的贡献最大，结果为 0.078。

（二）政策建议

首先长三角港口城市继续加大港口基础设施投资建设力度，提升货运通过能力，完善集疏运体系，从而提升港口效率，并加强长三角地区城市港口在空间上的连接，保证城市享受到港口发展带来的直接效应和溢出效应。

上海港利用优越的地理位置，充分发挥长三角港口群的龙头作用，提供物流解决方案，助推长三角港口城市的国内外贸易；江苏省沿江港口城市利用临江优势，打造临港制造和航运物流业发展的龙头地区，推动跨江联动和港产城一体化发展，建设科技成果转化和产业化基地，南京港的政治地位和位置特殊，南通港和苏州港靠近上海港，因此把南京港、南通港以及苏州港打造成江苏沿江的主枢纽港，其余沿江港口相互串联，建设成协同发展的上海国际航运中心的北翼优势港口群。对于浙江省各港口，将嘉兴港、湖州港和杭州港建设成杭州湾内河协同作业的港口群，积极培育台州港和温州港两大海港的临港制造业、海洋高新技术产业、海洋服务业和特色农渔业，推进江海联运建设，打造港航物流、重化工和能源基地，有序推进滨海生态城镇建设，服务宁波-舟山港的同时，一起创建上海国际航运中心的南翼优势港口群。

此外长三角港口城市发展自身的同时，也要保持好与周边港口城市的合作关系，各个港口明确发展定位，统筹规划、合理布局、优势互补、协同发展、相互串联，建设成协同作业的港口群，消除恶性竞争，创建相互竞争合作、协同发展的，以上海国际航运为中心的南北翼优势港口群，避免因港口效率提升造成恶劣竞争及资源浪费，从而导致的经济效率的降低。

〔参考文献〕：

[1]J .B .Tabernacle .A study of the changes in performance of quayside container cranes[J].Maritime Policy & Management, 1995, 22 (2) : 115-124.

[2]Talley W K. Performance indicators and port performance evaluation[J].Logistics & Transportation Review, 1994, 30 (4) : 339-352.

[3]Clark X, Dollar D, Micco A. Port efficiency, maritime transport costs , and bilateral trade[J].Journal of Development Economics, 2004, 75 (2) : 417-450.

[4]Estache A , Gonzalez M , Trujillo L. Efficiency Gains from Port Reform and the Potential for Yardstick Competition : Lessons from Mexico[J].World Development, 2002, 30 (4) : 545-560.

-
- [5]陈春芳, 宗蓓华. 基于 SFA 的上海港集装箱码头效率评价[J]. 上海海事大学学报, 2008, 29 (3) : 87-92.
- [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 (交通科学与工程版), 2012, 36 (4) : 736-739.
- [7]Martínez-Budría E, Díaz-Armas R, Navarro-Ibáñez M, et al. A study of the efficiency of Spanish Port authorities data envelopment analysis[J]. International Journal of Transport Economics, 1999, 26 (2) : 237-253.
- [8]Tongzon J. Efficiency measurement of selected Australian and other international ports using data envelopment analysis[J]. Transportation Research Part A Policy & Practice, 2001, 35 (2) : 107-122.
- [9]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.
- [10]李兰冰, 刘 军, 李春辉. 两岸三地主要沿海港口动态效率评价——基于 DEA-Malmquist 全要素生产率指数[J]. 软科学, 2011, 25 (5) : 80-84.
- [11]范月娇, 王 健. 物流节点基础设施对区域经济增长的溢出效应检验——基于海西沿海港口城市面板数据的实证研究[J]. 东南学术, 2013 (6) : 102-110.
- [12]朱坤萍, 张喜梅. 港口物流与对外贸易关系的实证分析——基于河北省 1990-2011 年数据[J]. 河北经贸大学学报, 2013, 34 (5) : 106-110.
- [13]王洪清. 港口对腹地经济贡献弹性的 U 型曲线及理论解释[J]. 地域研究与开发, 2013, (32) : 23-28
- [14]宋 敏, 李 剑, 蒋苗苗. 上海港对间接腹地经济的作用研究——基于资本路径和物流路径[J]. 长江流域资源与环境, 2015, (8) : 31-38.
- [15]伍文中. 基础设施投资效率及其经济效应分析——基于 DEA 分析[J]. 经济问题, 2011 (1) : 41-45.
- [16]陆根尧, 林永然. 交通基础设施对经济集聚的门槛效应研究*——基于浙江省的实证分析[J]. 区域经济评论, 2015 (5) : 36-40.
- [17]申 亮, 董千里, 李毅斌, 等. 交通基础设施门槛、对外开放与制造业生产效率[J]. 经济与管理, 2015 (1) : 60-65.
- [18]Taotao, Deng, Shuai Shao, etc. Has the Trans, port-Led Economic Growth Effect Reached a Peak in China? A Panel Threshold Regression Approach[J]. Transportation, 2014, 41 (3) : 567-587.
- [19]Andersen P , Petersen N C. A Procedure for Ranking Units in Data Envelopment Analysis[J]. Management Science, 1993, 39 (10) : 1261-1264.
- [20]刘倩倩, 张文忠, 王少剑, 等. 中国城市市政基础设施投资效率及对经济增长的影响[J]. 地理研究, 2017, 36 (9) : 1627-1640.

[21]Hansen B E. Threshold effects in non-dynamic panels: Estimation, testing, and inference[J].Journal of Econometrics, 1999, 93 (2) : 345-368.

[22]连玉君, 程 建. 不同成长机会下资本结构与经营绩效之关系研究[J]. 当代经济科学, 2006, 28 (2) : 97-103.