

环渤海经济圈城市经济发展效率研究

——基于 BC^2 和 SE—DEA 模型的分析

财政部财政科学研究所 杨谨夫

摘 要:本文选取环渤海经济圈 30 个主要城市的经济发展数据,利用数据包络分析(DEA)方法对该区域城市经济发展效率进行研究。首先,采取 BC^2 模型对环渤海经济圈的 30 个主要城市,从投入产出角度,通过综合效率、纯技术效率规模效率等指标来具体评价城市经济发展效率,发现各城市投入产出方面与最优值存在的差距;其次通过超效率模型(SE—DEA)对该区域 30 个地级以上城市经济发展有效性进行综合排名,最后得出改进城市经济发展效率的启示。

关键词:环渤海经济圈; BC^2 模型;超效率模型(SE—DEA);效率

中图分类号:F127 **文献标识码:**A **文章编号:**2095-3151(2012)64-0036-06

环渤海经济圈是指环绕着渤海全部及黄海的部分沿岸地区所组成的经济区域,狭义范围包括北京、天津、河北、山东、辽宁,也就是三省两市的“3+2”域,同时可延伸辐射到山西及内蒙古中、东部盟市,整个范围约占中国国土的 12% 和人口的 20%。环渤海经济圈地区交通便利,教育科技发达,工业实力雄厚,自然资源丰富,区域位置优越,使该经济圈蓬勃发展,成为中国经济发展新的增长极。因此,研究该区域城市经济发展的有效性、差异性和存在不足,有利于促进该区域进行投入产出的调整,保持区域城市的经济协调、持续发展,也更好的发挥区域经济辐射效果。

本文采取较为通用的数据包络分析(DEA)对该区域城市进行研究,通过 BC^2 模型和 SE—

DEA 模型对该区域主要城市投入产出效率进行评价,发现不足。

一、模型的基本介绍^①

1. C^2R 和 BC^2 模型介绍。1978 年 A. Charnes, W. W. Cooper 和 E. Rhodes 给出了评价决策单元相对有效性的数据包络分析方法(data envelopment analysis),即 DEA。从第一个 DEA 模型 C^2R 出现,至今已形成一系列针对多投入多产出生产单位的效率分析与评价方法。该方法主要是保持决策单元 DMU(Decision Make Units)的输入或者输出不变,利用数学规划方法确定相对有效的生产前沿面,将各个决定单元投射到 DEA 的生产前沿面上,并通过比较决策单元偏离生产前沿面的程度来评价它们的相对有效性。

^① 本部分模型的原理介绍参考魏权龄著:《数据包络分析》,科学出版社 2004 年版。

C²R 模型是一种基于投入的研究模式,并假设规模报酬不变(CRS: Constant Returns to Scale),其线性规划模型如(1)所示。假设有 n 个决策单元 $DMU_j, j = 1, 2, \dots, n$, 每个 DMU 有 m 种输入和 s 种输出。 X_{ij} 表示第 j 个决策单元的第 i 种投入量,其中 $1 \leq i \leq m$; 而 Y_{rj} 则代表第 j 个 DMU 的第 r 种产出量,其中 $1 \leq r \leq s$ 。那么 DMU_k 输入 C²R 模型的形式可表述为:

(1) min θ

$$\begin{cases} \sum_{j=1}^n \lambda_j X_{ij} \leq \theta X_{ik} \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j Y_{rj} \geq \theta Y_{rk} \\ \lambda_j \geq 0, j = 1, 2, \dots, n \end{cases}$$

在实际市场中,由于受资金、不平等竞争等因素的影响,决策单元的生产往往不能处于规模报酬不变阶段。针对此种现象,1984 年,Banker、Charnes 和 Cooper 提出了可变规模报酬的 DEA 模型(VRS: Variable Returns to Scale),即 BC²模型。这种模型计算技术效率时考虑到决策单元可能处于非最佳规模运行状态,使技术效益(TE)受到规模效益(SE)的影响。其线性规划模型在(1)的基础上增加了 $\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$ 约束条件。

求解的 θ 即第 k 家被考察的决策单元的总效率值,满足 $0 \leq \theta \leq 1$ 。当 $\theta = 1$ 时,表示被考察单元相对有效,当 $\theta < 1$ 时,表示被考察单元相对无效, $1 - \theta$ 就是第 k 个被考察单元多投入的比例,也就是可以减少投入的最大比例。

2. 超效率 DEA 模型(SE—DEA)介绍。C²R 和 BC²模型虽然可以对无效单元提出改进的意见,但当遇到多个 $\theta = 1$ 的决策单元时,以上模型不能辨别其效率差异和对其效率进行排序。P. Anersen 等学者于 1993 年提出了一种超效率 DEA 评价模型(Super-Efficiency DEA),简称 SE—DEA。它克服了传统 DEA 的弱点, θ 可以大于 1,基本上能实现决策单元的排序。SE—

DEA 模型如(2),变量与式(1)中的含义一致。

(2) min θ

$$\begin{cases} \sum_{j=1, j \neq k}^n \lambda_j X_{ij} \leq \theta X_{ik} \\ \sum_{j=1, j \neq k}^n \lambda_j Y_{rj} \geq \theta Y_{rk} \\ \lambda_j \geq 0, j = 1, 2, \dots, n \end{cases}$$

SE—DEA 模型的基本思想是在进行第 j_k 个决策单元进行效率评价时,将第 j_k 个决策单元的投入和产出排除在外,用其他所有决策单元的投入和产出的线性组合替代。 j_k 被投射到除 j_k 外的决策单元的形成的生产前沿面上,从而求出超效率值。 θ 大于 1 表示有效的决策单元可以使其投入按一定的比率($\theta - 1$)增加,而保持效率不变。

二、指标选取和数据获得

根据宏观经济的基本理论,资本和人力是经济发展最重要的要素。在本文中,科技进步等将不予专门考虑,而看成内生变量,由投入的资本和人力影响,并最终转变为实际生产力,促进经济发展。从目前中国发展的模式来看,资本可以分解为以下三个部分:(1)固定资产投资额(亿元);(2)地方财政一般预算支出(亿元);(3)地区实际利用外资(亿元),人力以实际从业人员(万人)来代替。因此投入指标为(1)固定资产投资额(亿元);(2)地方财政一般预算支出(亿元);(3)地区实际利用外资(亿元);(4)实际从业人员(万人)。

从产出角度看,GDP 反映城市的经济规模和总量,是反映一个城市经济状况的最佳指标;“地方财政一般预算内收入”的指标反映投入的收益情况(杨开忠、谢壁,2002);城市消费数量在一定程度上反映了该地区民众的消费能力,也能从一个侧面说明城市经济发展水平。因此,本文选定了三个产出指标:(1)国内生产总值(亿元);(2)社会消费品零售总额(亿元);(3)地方财政一般预算收入(亿元)。

决策单元选取狭义环渤海经济圈的 30 地级以上城市。其中,根据数据包络分析的限制条件必须满足一定的“自由度”要求,即为满足评测结果的信度,决策单元 DMU 的个数 K 与投入指标数 M 及产出指标数 N 之间,应满足关系: $2(M+N) \leq K$ 。本文选取的决策单元个数为 $K=30$,投入指标数 $M=4$,产出指标数 $N=3$, $2(M+N)=14 < K=30$,符合信度条件。

本文决策单元的数据均来自于《中国城市统计年鉴 2011》,反映 2010 年城市的基本情况。BC²模型通过 DEAP2.1 软件估计,SE—DEA 模型通过 DEA Frontier 软件估计。

三、计算结果和分析

(一)DEA 效率分析。

根据 BC²模型的计算结果(见表 1),共有北京、天津、石家庄、大连、沈阳、济南、青岛等 17 个城市 DEA 综合效率值达到 1,实现 DEA 相对有效,以上城市技术效率较高,城市达到规模经济状态;唐山、秦皇岛、丹东、锦州、日照等 13 个城市 DEA 综合效率值小于 1,城市经济发展效率较低,投入产出结构还有待调整。

其中环渤海经济圈 30 城市的平均 DEA 综合效率值 0.947,高于 2006 年长三角 15 城市的平均 DEA 综合效率值 0.871;①环渤海经济圈 DEA 有效城市比率达 56.67%,高于长三角 DEA

有效城市比率 16.67 个百分点。这也表明,环渤海经济圈作为中国经济新的增长点,其区域城市有着较好的经济发展效率。除北京和天津两直辖市外,山东地区 DEA 有效城市比率达 77.78%,河北地区 DEA 有效城市比率达 37.5%,辽宁地区 DEA 有效城市比率达 36.36%,总体看山东地区城市经济发展效率整体水平远高于其他两地区。

分别考虑技术效率和规模效率,其中 17 城市达到规模效率相对有效水平,平均得分高达 0.963,而 19 个城市达到纯技术效率相对有效水平,平均得分高达 0.989,再次印证这一地区经济具有良好的发展潜力。拥有非 DEA 有效的 13 个城市中有 2 个城市(唐山、廊坊)处于规模报酬递减阶段,经济发展规模偏过大,超过城市承受水平,这与近年来京津地区房价极高,催生了大量卫星城房地产投资的增加,而廊坊距京津地区较近,致使房地产投资超过城市本身经济发展的需要,投机成分较高,因此需要通过产业结构调整,减少对个别行业的投入(特别是房地产的投资),达到城市规模经济;其余 11 城市出于规模报酬递增阶段,需扩大经济规模,特别是应该发挥该区域人力资本的优势,提高自主创新能力,促进产业结构调整,大力发展海洋经济,因地制宜选择主导产业,促进城市经济持续发展。

表 1 环渤海经济圈城市投入产出效率分析

样本城市	综合效率	纯技术效率	规模效率	规模报酬	结果
北 京	1	1	1	—	DEA 有效
天 津	1	1	1	—	DEA 有效
石 家 庄	1	1	1	—	DEA 有效
唐 山	0.993	1	0.993	drs	非 DEA 有效
秦 皇 岛	0.904	1	0.904	irs	非 DEA 有效
保 定	0.837	0.852	0.981	irs	非 DEA 有效
张 家 口	0.904	0.928	0.974	irs	非 DEA 有效

① 测算来源于顾鹏飞:《基于超效率 DEA 模型的长三角地区城市经济有效性评价》,浙江大学。

续表

样本城市	综合效率	纯技术效率	规模效率	规模报酬	结果
承德	1	1	1	—	DEA 有效
沧州	1	1	1	—	DEA 有效
廊坊	0.857	0.865	0.991	drs	非 DEA 有效
沈阳	1	1	1	—	DEA 有效
大连	1	1	1	—	DEA 有效
丹东	0.849	0.934	0.909	irs	非 DEA 有效
锦州	0.896	0.985	0.909	irs	非 DEA 有效
营口	1	1	1	—	DEA 有效
阜新	0.667	1	0.667	irs	非 DEA 有效
辽阳	1	1	1	—	DEA 有效
盘锦	0.846	0.965	0.877	irs	非 DEA 有效
铁岭	0.97	0.99	0.98	irs	非 DEA 有效
朝阳	1	1	1	—	DEA 有效
葫芦岛	0.771	1	0.771	irs	非 DEA 有效
济南	1	1	1	—	DEA 有效
青岛	1	1	1	—	DEA 有效
东营	1	1	1	—	DEA 有效
烟台	1	1	1	—	DEA 有效
潍坊	1	1	1	—	DEA 有效
济宁	1	1	1	—	DEA 有效
威海	1	1	1	—	DEA 有效
日照	0.968	1	0.968	irs	非 DEA 有效
滨州	0.954	1	0.954	irs	非 DEA 有效

注:综合效率等于纯技术效率和规模效率的乘积。

(二)投入产出投影分析。

通过 DEAP2.1 软件估计 BC² 模型,采取生产前沿面投影分析方法,得出冗余变量值、松弛变量值和目标值,并通过目标值与实际值的比较计算出各个非 DEA 有效城市的投入冗余率和产

出不足率,并通过冗余变量值、松弛变量值得出下一步的改进方向,确定最优投入要素组合,达到最佳经济状态。这也给分析非 DEA 有效决策单元未达到最优状态的原因提供了依据。该模型计算结果见表 2、表 3。

表 2 非 DEA 有效城市投入角度的投影分析

样本城市	固定资产投资(亿元)			财政一般预算内支出(亿元)		
	实际值	目标值	投入冗余率(%)	实际值	目标值	投入冗余率(%)
保定	1472.09	1472.09	—	268.90	255.16	5.11
张家口	903.67	903.67	—	181.73	167.87	7.63
廊坊	909.03	864.24	4.93	179.64	160.28	10.78
丹东	673.89	643.72	4.48	134.66	115.84	13.98
锦州	551.16	551.16	—	138.45	119.41	13.75
盘锦	692.50	570.10	17.68	109.62	109.62	—
铁岭	912.62	494.08	45.86	141.58	129.71	8.38

续表

样本城市	实际利用外资(亿元)			从业人员总数(万人)		
	实际值	目标值	投入冗余率(%)	实际值	目标值	投入冗余率(%)
保定	32.12	32.12	—	70.44	65.23	7.40
张家口	6.80	6.80	—	33.72	30.95	8.22
廊坊	33.22	33.22	—	34.64	34.64	—
丹东	47.69	35.70	25.15	21.22	21.22	—
锦州	33.88	25.55	24.58	24.13	24.13	—
盘锦	61.83	25.36	58.99	49.37	20.34	58.80
铁岭	17.80	17.80	—	22.13	22.13	—

从投入角度看,除 DEA 有效城市以及唐山、秦皇岛、阜新、葫芦岛、日照、滨州外,其他各城市均存在投入冗余。要素的投入冗余率反映出资源并未得到充分利用,即特定发展模式造成的资源浪费程度。要素的投入冗余率越大,使用效率越低。廊坊、丹东、盘锦、铁岭对固定资产投资的使用效率较低;保定、张家口、廊坊、丹东、锦州、铁岭对财政资金的使用效率较低;丹东、锦州、盘锦外资利用率较差,重复投资较多;保定、张家口、盘锦劳动力效率较低。

从产出角度看,保定、张家口、廊坊、丹东、锦州、盘锦、铁岭的财政收入、GDP 规模和消费品供应不足,应不断调整产业结构,提高自主创新能力和发挥产业优势,不仅要上规模,还要重效益,

培育新的财政经济收入增长点,同时还要注重当前居民消费层级的变化,提供更多符合居民需求的产品,解决供需结构矛盾。处于前沿生产面上的决策单元,也成为其他非有效决策单元提高效率的参照点。

(三) 超效率分析和城市经济发展效率分类。

SE—DEA 模型的计算结果显示,北京的超效率评价值为 2.37,经济发展效率最高的,阜新的超效率评价值 0.67,经济发展效率最低,两者相差 2 倍多。30 城市的超效率评价值和排名情况见表 4。

30 城市平均超效率评价值为 1.09,即该地区投资扩大 9%,仍然能保持 DEA 有效状态;30 城市超效率评价值方差 0.34,离散程度为 31.4%,

表 3 非 DEA 有效城市产出角度的投影分析

样本城市	财政一般预算内收入(亿元)			GDP(亿元)			社会消费品零售总额(亿元)		
	实际值	目标值	产出不足率(%)	实际值	目标值	产出不足率(%)	实际值	目标值	产出不足率(%)
保定	91.03	171.71	88.63	2050.30	2590.76	26.36	864.22	1030.89	19.29
张家口	62.45	69.08	10.62	966.42	1068.98	10.61	324.45	358.88	10.61
廊坊	105.86	120.88	14.18	1351.10	1542.74	14.18	419.13	478.58	14.18
丹东	80.24	87.99	9.67	728.89	966.54	32.60	277.50	304.31	9.66
锦州	81.07	90.14	11.19	912.63	980.17	7.40	318.29	324.43	1.93
盘锦	80.59	84.19	4.48	926.32	967.74	4.47	185.11	250.45	35.30
铁岭	80.08	80.92	1.04	722.13	753.56	4.35	227.26	235.04	3.42

表 4 环渤海经济圈 30 城市超效率排名

编号	样本城市	超效率值	排序	编号	样本城市	超效率值	排序
1	北 京	2.37	1	16	潍 坊	1.01	16
2	石家庄	2.05	2	17	沧 州	1.00	17
3	东 营	1.39	3	18	唐 山	0.99	18
4	济 南	1.33	4	19	铁 岭	0.97	19
5	承 德	1.19	5	20	日 照	0.97	20
6	辽 阳	1.18	6	21	滨 州	0.95	21
7	济 宁	1.14	7	22	张家口	0.90	22
8	大 连	1.13	8	23	秦皇岛	0.90	23
9	沈 阳	1.13	9	24	锦 州	0.90	24
10	朝 阳	1.11	10	25	廊 坊	0.86	25
11	青 岛	1.10	11	26	丹 东	0.85	26
12	营 口	1.07	12	27	盘 锦	0.85	27
13	天 津	1.07	13	28	保 定	0.84	28
14	威 海	1.07	14	29	葫芦岛	0.77	29
15	烟 台	1.06	15	30	阜 新	0.67	30

因此该区域内部城市经济发展效率差异较大,整体水平较高。

从超效率 DEA 评价值来看,河北地区的平均超效率评价值为 1.09,超效率评价值方差 0.4,分散程度为 36.7%;辽宁地区的平均超效率评价值为 0.967,超效率评价值方差 0.17,分散程度为 17.7%;山东地区的平均超效率评价值为 1.11,超效率评价值方差 0.15,分散程度为 13.6%,因此河北、山东城市经济效率较高,辽宁城市经济效率小于 1,经济效率相对较低;河北城市经济效率差距相对较大,辽宁和山东城市经济效率差别相对较小。

根据超效率值大小,可将 30 城市分为五类:

第一类城市(2 个)经济发展效率极高:北京,石家庄;第二类城市(2 个)发展效率高:东营,济南;第三类城市发展有效率(13 个):承德,辽阳,济宁,大连,沈阳,朝阳,青岛,营口,天津,威海,烟台;第四类城市发展效率较低(11 个):唐山,铁岭,日照,滨州,张家口,秦皇岛,锦州,廊坊,丹东,盘锦,保定;第五类城市发展效率低(2 个):葫芦岛、阜新。

四、结论及启示

1. 环渤海经济圈城市虽然整体经济效率较

高,整体差异较大,个别城市效率过低,如葫芦岛、阜新等的城市经济发展效率与北京、石家庄等经济发展高效率城市相差 2 倍多。因此,有必要加强大城市的经济拉动和辐射效应,而不是产生资源的吸附效应。同时该区域的产业布局应该适当调整,经济发展效率较低的城市应该注重产业产业化发展的产异化,避免与周边大城市产业趋同,导致投资效率的降低。

2. 环渤海经济圈城市大部分处于规模报酬递增或不变阶段,因此扩大经济规模具有可行性。投资应主要集中于《国民经济和社会发展规划“十二五”规划纲要》提到的重点领域。例如,充分利用日本、韩国产业继续向外转移的机会,加快产业的消化和吸收,加大科技投入,对承接产业升级;高效开发利用海洋资源,加快山东半岛蓝色经济区建设;充分发挥京津唐地区的人才优势和教育资源,促进 IT 产业潜能的发挥。

3. 环渤海经济圈部分城市财政支出利用效率较低。因此,应该调整财政资金的使用方向,加强财政资金使用的绩效考核,充分发挥财政资金的引导作用。■

参考文献(略)