

基于 DEA 模型的重庆市投资有效性分析*

黄亚妍¹, 胡传东²

(1. 重庆师范大学 经济与政治学院 ; 2. 重庆师范大学 旅游学院 , 重庆 400047)

摘 要 运用数据包络分析(DEA)方法 ,对直辖以来重庆市固定资产投资的相对效率进行测算 ,认为全市投资效率偏低 ,在三大经济区中 ,都市发达经济圈和渝西经济走廊投资相对有效 ,而三峡库区生态经济区投资相对无效。建议重庆各区(市)县优化投资结构 ,提高投资效率 ,以利于经济增长方式向集约型转变。

关键词 :DEA ;相对有效性 ;重庆市

中图分类号 :F061.3

文献标识码 :A

文章编号 :1672-6693(2005)04-0085-04

Validity Analysis of the Investment Based on DEA Model in Chongqing

HUANG Ya-yan¹ , HU Chuan-dong²

(1. College of Economics and Politics , Chongqing Normal University ;

2. College of Tourism , Chongqing Normal University , Chongqing 400047 , China)

Abstract :This article evaluates the relative efficiency of the fixed asset investment in Chongqing since 1997 through by the DEA method. One of the results shows that the whole investment efficiency is on the low side. Another is the relative validity had been found in the developed city economy circle and in the Chongqing-west economy aisle , whereas the investment in the Three Gorges zoology economy section is comparatively inefficiency. We suggest that the counties and distracts in Chongqing should optimize the investment structure and promote the investment efficiency. Thereby the waste development fashion existing will be changed into intensive one.

Key words :DEA ;comparatively validity ;Chongqing

重庆市近年来一直保持较高的投资率 ,较高的投资率促进了重庆经济的快速增长^[1]。就重庆市内部各区县而言 ,受资源禀赋、基础设施建设、从业人员素质、产业投资结构等多种因素的影响 ,投资效果参差不齐。系统科学地评价重庆市各区县投资的有效性 ,是一个多目标规划问题 ,又由于各种因素之间关系复杂 ,所以该问题难以用传统的纯属思维方式和研究方法来把握。本文采用了数据包络分析方法加以评估。

数据包络分析(Data Envelopment Analysis , DEA)是 1978 年美国运筹学家 Charnes. A 和 Cooper. W 等以相对效果为基础发展起来的一种效果评价方法。它是研究具有相同类型的部门或单位(称为决策单元 ,Decision Making Unit ,DMU)间的相对有效性的十分有用的工具。整个评估过程完全以数

据为基础 ,避免了有些方法确定指标权重时带有的随意性 ,使评估结果更加客观可信^[2]。

本文将重庆市 40 个区县、三大经济区以及三大经济区内各区县分别作为决策单元组成评估系统 ,选取相同的输入输出指标 ,对重庆市各区县、各大经济区的投资相对有效性进行测算 ,分析评价重庆市的投资有效性。

1 DEA 模型的基本原理

DEA 模型评价的依据是决策单元的“输入”数据和“输出”数据。输入数据是决策单元在某种生产活动中所消耗的某些量 ,输出数据是指决策单元经过一定的投入之后 ,产生的、表明该活动成效的某些信息量。Charnes、Cooper 和 Rhodes 创立的 C^2R 模型是从生产有效性分析的角度 ,评价具有多输入、多

* 收稿日期 2005-04-01

作者简介 :黄亚妍(1976-) ,女 ,重庆长寿人 ,硕士研究生 ,研究方向为区域经济。

输出变量的决策单元,同时是“技术有效”和“规模有效”的十分理想的模型和方法。模型规定输入、输出指标的单位可以不统一。

假设有 n 个决策单元,每个决策单元 DMU_j 有 m 种类型输入和 s 种类型输出。用 X_{ij} 表示第 j 个决策单元对第 I 种类型输入的投入总量; Y_{rj} 表示第 j 个决策单元对第 R 种类型输出量; $X_j = [x_{1j}, x_{2j}, \dots, x_{mj}]^T$, $Y_j = [Y_{1j}, Y_{2j}, \dots, Y_{sj}]^T$ ($j = 1, 2, \dots, n$), 则可以用 (X_j, Y_j) 表示第 j 个决策单元 DMU_j 。 v_i 表示第 I 种类型输入的一种度量或称权; μ_r 表示第 R 种类型输出的一种度量或称权。每一个决策单元都有相应的评价指标数 $h_j = \sum_{r=1}^s \mu_r Y_{rj} / \sum_{i=1}^m v_i X_{ij}$, 适当选取权系数 v 及 u , 使其满足 $h_j \leq 1$ 。

对第 j_0 个决策单元进行绩效评估 ($1 \leq j_0 \leq n$), 以权系数 v 和 u 为变量, 构建最优化模型。

$$(C^2R) \begin{cases} \max h_{j_0} = \sum_{r=1}^s \mu_r Y_{rj_0} / \sum_{i=1}^m v_i X_{ij_0} \\ \text{s. t. } h_{j_0} = \sum_{r=1}^s \mu_r Y_{rj_0} / \sum_{i=1}^m v_i X_{ij_0} \leq 1 (j_0 = 1, 2, \dots, n) \\ V = (v_1, v_2, \dots, v_m)^T \geq 0 \\ U = (\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_s)^T \geq 0 \end{cases}$$

不难看出, 利用上述模型来评价决策单元 j_0 是不是有效, 是相对于其它所有决策单元而言的。

利用 Charnes-Cooper 变换, 可以将上式转化为一个等价的线性规划问题。

$$(P) \begin{cases} \max V_p = \mu^T y_{j_0} \\ \text{s. t. } \omega^T x_{j_0} - \mu^T \geq 0 \\ \omega^T x_{j_0} = 1 \\ \omega \geq 0, \mu \geq 0 \end{cases}$$

用线性规划 (P) 的对偶问题进行求解计算。线性规划 (P) 的对偶问题为(加入松弛变量 s^+, s^- 以后)

$$(D) \begin{cases} \min \theta = V_D \\ \text{s. t. } \sum_{j=1}^n x_j \lambda_j + s^- = \theta x_{j_0} \\ \sum_{j=1}^n y_j \lambda_j - s^+ = y_{j_0} \\ \lambda_j \geq 0, s^+ \geq 0, s^- \geq 0 \end{cases}$$

C^2R 模型下 DEA 有效的定义: 若线性规划 (D) 的最优解中存在 $\theta = 1$, 并且它的每个最优解 $\lambda^0 = (\lambda_1^0, \lambda_2^0, \lambda_3^0, \dots, \lambda_n^0)^T$, s^-, s^+, θ 都有 $s^- = 0, s^+ = 0$, 则决策单元 j_0 为 DEA 有效。经济含义是在这 n 个决策单元组成的经济系统, 在原投入 x_0 的基础上

所获得的产出 y_0 已达到最优。当 $\theta = 1$ 且 $s^- \neq 0, s^+ \neq 0$, 则决策单元 j_0 为 DEA 弱有效。即在 n 个决策单元组成的经济系统中对于投入 x_0 可减少 s^- 而保持原产 y_0 不变, 或在投入 x_0 不变的情况下可将产出提高到 s^+ 。当 $\theta < 0$ 时, 则 DMU_{j_0} 为 DEA 无效, 即在这 n 个决策单元组成的经济系统中可通过组合将投入降低至原投入 x_0 的 θ 比例而保持原产出 y_0 不减^[2,3]。

2 DEA 的重庆投资相对有效性评价

2.1 选择输入输出指标与决策单元

根据数据口径的统一性、可比性原则, 同时考虑可得性, 设计各输入输出指标。输入指标两个: 年平均固定资产投资总额(万元)和年平均从业人员(万人)。输出指标也是两个: 年人均国内生产总值 GDP(万元)和年均社会消费品零售总额(万元)。结合重庆实际情况, 决策单元根据目前重庆市的行政区划确定, 每个区县为一个决策单元, 共 40 个。

重庆市直辖以后, 1997 年行政区划有过一些小的调整, 1998 年才形成了现在的行政区划, 所以时间起点定在 1998 年。本文各项输入输出指标是 1998—2003 年各年之和的平均值, 原始数据来源于 1999—2004 年各年的重庆统计年鉴^[4]。

2.2 根据 C^2R 模型, 建立方程组

$$\begin{cases} \min \theta = V_D \\ 38.48\lambda_1 + 14.05\lambda_2 + 26.92\lambda_3 + \dots + 39.21\lambda_{40} + S_1 = 38.48\theta \\ 620.005\lambda_1 + 149.741\lambda_2 + 411.617\lambda_3 + \dots + 92.483\lambda_{40} + S_2 = 620.005\theta \\ 20.121\lambda_1 + 19.169\lambda_2 + 12.091\lambda_3 + \dots + 2.448\lambda_{40} - S_3 = 20.121 \\ 978.148\lambda_1 + 138.065\lambda_2 + 354.828\lambda_3 + \dots + 64.444\lambda_{40} - S_4 = 978.148 \\ \lambda_j \geq 0, s_1 \geq 0, s_2 \geq 0, s_3 \geq 0, s_4 \geq 0 \end{cases}$$

运用 Mapple 软件, 计算出 DMU_1 对应的 θ 值为 1。改变 θ 值前的系数, 求出其余各决策单元对应的 θ 值, 详见下表 1、表 2、表 3 中的评价结果 1。

2.3 分析评价结果及调试

分析评价结果 1 的数据构成。全市 40 个区县, 仅有渝中区和双桥区得出的 θ 值为 1, 说明在 40 个区县组成的经济系统中只有渝中区和双桥区的投资相对于其它区县而言是有效的, 全市大部分区县的投资均是无效的。发达都市圈中有 4 个区的 θ 值小于 0.5; 渝西经济走廊中除了江津市 θ 值接近 0.5 外, 其余的区县均大于 0.5; 三峡库区生态经济区中石柱县的 θ 值最高, 为 0.745, 共有 8 个区县的 θ 值大于 0.5, 万州区和涪陵区未能包括大于 0.5 的 8 个

表 1 都市发达经济圈投资相对有效性的 DEA 评价值			
区 县	DEA 评价结果 1	DEA 评价结果 2	DEA 评价结果 3
渝中区	1		1
大渡口区	0.595 5	1	1
江北区	0.547 6	1	0.612 5
沙坪坝区	0.548 2	0.927 5	0.598 9
九龙坡区	0.615 0	1	0.646 0
南岸区	0.487 7	0.889 9	0.568 0
北碚区	0.471 6	0.676 9	0.584 3
渝北区	0.137 9	0.229 0	0.160 8
巴南区	0.325 1	0.452 1	0.380 1

表 2 渝西经济走廊投资相对有效性的 DEA 评价值			
区 县	DEA 评价结果 1	DEA 评价结果 2	DEA 评价结果 3
万盛区	0.877 6	1	0.970 8
双桥区	1		1
綦江县	0.634 5	0.730 7	0.709 4
潼南县	0.659 5	0.758 0	0.735 9
铜梁县	0.501 6	0.575 6	0.558 8
大足县	0.586 0	0.673 2	0.653 6
荣昌县	0.751 1	0.864 1	0.838 9
璧山县	0.555 9	0.636 9	0.618 3
江津市	0.497 6	0.657 5	0.556 6
合川市	0.769 5	0.886 9	0.861 0
永川市	0.511 2	0.740 3	0.788 4
南川市	0.560 1	0.674 5	0.624 1

表 3 三峡库区生态经济区投资相对有效性的 DEA 评价值			
区 县	DEA 评价结果 1	DEA 评价结果 2	DEA 评价结果 3
万州区	0.413 2	0.539 5	0.826 6
涪陵区	0.418 0	0.578 1	0.959 2
黔江区	0.512 6	0.648 6	1
长寿区	0.485 5	0.649 9	1
梁平县	0.413 6	0.475 7	0.645 1
城口县	0.603 8	0.865 1	1
丰都县	0.444 9	0.511 6	0.721 7
垫江县	0.688 2	0.792 1	1
武隆县	0.377 0	0.487 4	0.967 6
忠 县	0.496 4	0.571 3	0.698 3
开 县	0.731 9	0.843 9	1
云阳县	0.487 1	0.561 7	0.766 5
奉节县	0.267 4	0.314 2	0.477 2
巫山县	0.374 4	0.430 1	0.614 2
巫溪县	0.613 3	0.702 6	0.868 9
石柱县	0.745 0	0.855 8	1
秀山县	0.583 6	0.670 9	0.849 4
酉阳县	0.548 3	0.631 5	0.737 9
彭水县	0.442 9	0.509 3	0.688 6

区县之中。

这个评估结果表面上看是不尽人意的,因为全市投资有效的区县太少,都市发达经济圈中只有渝中区在模型得到的结果是投资相对有效的。其实,造成这个评价结果的原因是投资有效的两个区县的数据与其它大部分区县的差距太大。渝中区是全市的政治、金融、商业中心,在人才吸引方面具有其它区县不可比拟的优越性,渝中区的经济发展成果表现为:各项投入产出的数量指标,尤其是产出指标远高于全市平均值、甚至比同在都市发达经济圈中的区县都高出不少。在一个评价相对效率的系统中,渝中区投资的高效率导致了其它区县的投资无效。双桥区能够实现投资有效主要是由于输入指标中就业人口少,输出指标中的人均 GDP 高等因素。

去掉这两个特殊的区县,由剩下的 38 个区县形成一个经济系统,运用相同的计算方法,得出上表 1 中的评价结果 2。由评价结果 2 看出,全市 θ 值为 1,也就是投资有效的区县增加 4 个,它们是大渡口区、江北区、九龙坡区及万盛区。新增的 4 个区县加上渝中区和双桥区,投资有效地区的面积占重庆市整体面积的 1.67%,2003 年的 GDP 占全市的 20.91%。 θ 值大于 0.5 的区县也大幅度增加。 θ 值依然小于 0.5 的区县是渝北区、巴南区、梁平县、武隆县、奉节县、巫山县。

比较前两个评价方案得出的 θ 值,发现 θ 值的高低与地区的整体经济水平、地区地理环境等因素无关。城口县、巫溪县地处远离主城的偏远山区,同为国家级贫困县,但两县的投资相对效率都还较高;渝北区、巴南区、梁平县经济发展水平较高,但 θ 值低。渝北区的经济增长率位居全市之首,但得出的 θ 值全市最低。这主要是由于渝北区抓住重庆市主城区北移、机场扩建等历史机遇,投入了大量的资金用于基础设施建设。然而,基础建设投资效果又具有滞后性,各输出指标还没有得到相应的增加,最终导致 θ 值低。以上得出的评估结果比较真实地反映了实际情况。

为了更加直观地了解重庆市各区县的投资相对有效性,基于评估结果 2,将 θ 值以 0.5 为标准划为 3 个区间,并在地图上将位于同一区间的区县以相同的图例标示出来(见图 1)。由图 1 可知:投资相对无效的区县在地理分布上并非必然相联,而都市发达经济圈面积小,集中了 4 个投资有效的区县; θ 值介于 0.5 和 1 之间的区县数量大,面积广。



图 1 DEA 模型评估结果

由于重庆市三大经济圈总体经济发展水平差异较大,所以,再以重庆市每一个经济圈作为一个评估系统,以相同的方法计算三大经济圈内部的各区县的投资相对有效性,得出的结果见前表 1 中的评估结果 3。

比较评估结果 2 和 3,发现在都市发达经济圈中大部分 θ 值都有较大幅度的下降,渝西经济走廊中县区的 θ 值仅有略微下降,三峡库区生态经济区中县区的 θ 值则是较大幅度的上升,投资有效的区县由 0 个增加至 6 个。这个评估结果一方面可以作为三峡库区生态经济区明显落后于其它两大经济圈的明证,另一方面也再次证明了 DEA 模型评判经济系统相对有效性的优势:评价中减少人为因素,最终实现评判结果的公正。

如果将决策单元确定为重庆的三大经济圈,则可以判断重庆市不同区域投资的相对效率。选择与前文相同的输入输出指标来分析三大区域的投资有效性,时间确定在 2002 年和 2003 年,得出如下表 4 所示的评价结果。

表 4 三大区域投资相对有效性的 DEA 评价价值

三大经济区	2002 年	2003 年
都市发达经济圈	1.000 0	1.000 0
渝西经济走廊	1.000 0	1.000 0
三峡库区生态经济区	0.713 8	0.799 9

由以上结果可知,都市发达经济圈和渝西经济走廊的 θ 值为 1,故投资是有效的。投资有效的区域面积占全市总面积的 29.5%,2002 年和 2003 年的 GDP 分别占全市的 69.68% 和 69.93%。三峡库区生态经济区的 2003 年的 θ 值大于 2002 年的,说明投资效果有所提高。

3 结论

通过以上的实证分析得出,DEA 模型分析投资的相对有效性得到的结论要落实到考察的经济系统,同一的经济单元在不同经济系统中评估可以得到不同的结果。重庆市三大经济圈中有两个都是投资相对有效,这与 40 个区县只有两个县投资有效是不违背的(评估结果表 1),也与以各大经济圈作为评估系统而得出的共有 9 个区县投资相对有效不违背(评估结果 3)。因为它们是在不同的经济系统中考察得出的结论。40 个区县系统的低投资有效性与三大经济圈系统投资的高有效性这是一对看似矛盾的结论,它反映出了重庆市三大经济圈总体发展水平偏低,投资的相对有效性是建立在低水平基础之上的相对有效的结论。

重庆市作为一个决策单元,在全国各省市构成的评估系统中,对 1996—1998 年投资相对有效性进行评估,得到评估结果是 0.8643^[4],就重庆市内部而言,也存在着大量区县 DEA 投资无效。重庆市作为一个整体以及重庆市内部绝大多数区县要提高投资效率,都有较大的空间。因此,建议各区县一方面要协调人力投入和资金投入的比例关系,另一方面,要改善投资产业结构、地区结构、所有制结构、资金来源结构,提高投资效率,以实现相同的投入获得更多的产出或是相同的产出只需更少的投入。

参考文献:

[1] 黄亚妍. 重庆市产业投资结构分析[J]. 重庆师范大学学报(自然科学版) 2005 22(2): 72-76.

[2] CHARNES A, COOPER W, RHODES E. Measuring the Efficiency of Decision Making Units[J]. European Journal of Operational Research, 1978(2): 429-441.

[3] 魏权龄. 评价相对有效性的 DEA 方法[M]. 北京: 中国人民大学出版社, 1998.

[4] 上海财经大学区域经济研究中心. 2003 中国区域经济发展报告——国内与国际区域合作[R]. 上海: 上海财经大学出版社, 2003.

[5] 重庆市统计局. 1999-2003 年重庆统计年鉴[M]. 北京: 中国统计出版社, 1998-2004.

(责任编辑 游中胜)