

基于 SBM 方向性距离函数的中国农村水利设施投入产出效率研究

段海啸

(河海大学, 江苏 南京 211100)

摘要: 要提高我国农村水利设施的投入产出效率, 必须首先对其效率值进行合理测度。因此, 本文将非径向非角度的 SBM 方向性距离函数引入我国农村水利设施投入产出效率的研究。结果表明: 2005 - 2012 年间, 我国各省区农村水利设施投入产出效率地域差异较大, 总体呈现出东 - 中 - 西格局, 即东部地区效率值最高, 中部地区次之, 西部地区又次之。从要素层面来说, 导致我国农村水利设施无效率的主要结构性因素为劳动投入过多和人均农业生产总值、除涝面积以及农村水电发电量不足。

关键词: 农村水利设施; 投入产出效率; SBM 方向性距离函数

中图分类号: S27

文献标识码: A

文章编号: 1672-643X(2015)04-0236-05

Research on input - output efficiency of rural water conservancy facility based on SBM directional distance function

DUAN Haixiao

(Hohai University, Nanjing 211100, China)

Abstract: To improve the efficiency of rural water conservancy facilities in China, it is necessary to rationally measure the value of efficiency. This paper introduced SBM directional distance function into the research on the efficiency of rural water conservancy facilities in China. From 2005 to 2013, there is a big regional difference of input and output of rural water conservancy facilities between each province, which presents a east - middle - west format that means the efficiency of the east area is the highest, than that of the middle area and the west area. From angle of element, the main reasons of inefficiency are redundant labour input and the lack of agricultural total value, drainage area and rural hydropower generation capacity.

Key words: rural water conservancy facility; input - output efficiency; SBM directional distance function

1 研究背景

农业是关系国计民生的基础产业, 尤其是在我国, 农业担负着以不到全球 10% 的耕地“养活”占全球 22% 人口的重任。因此, 近年来, 中央下发的“一号文件”均对我国农业发展给予了高度关注, 并且多次强调要加强农村水利基础设施建设和提高农业综合生产能力, 2010 年中央出台的《中共中央国务院关于加快水利改革发展的决定》更加突出了农村水利建设的重要性。但是, 不容忽视的是, 一方面, 当前我国农村水利基础设施建设仍“欠账”较多且建设结构缺乏合理性^[1]; 另一方面, 现阶段我国农

村水利建设属于民生工程而非业绩工程, 因此地方政府对农村水利建设积极性不高, 工程在中央行政性命令下盲目上马的情况时有发生^[2]。以上诸多因素在相当程度上阻碍了我国农村水利设施投入产出效率的充分发挥。为更好进行农村水利基础设施建设, 提高农村水利设施的投入产出效率是关键。

目前, 关于投入产出效率的测度方法主要有基于参数的随机前沿分析法(SFA)以及非参数的数据包络法(DEA)。前者如汪建华等^[3]利用 SFA 建立模型研究了广西农村公共投资绩效, 发现广西农村公共投资效率仍然较低。王学渊^[4]采用 SFA 和 DEA 两种方法测算了我国各省区灌溉用水效率, 结

收稿日期: 2015-03-24; 修回日期: 2015-05-20

基金项目: 教育部人文社会科学研究青年项目(12YJC630062)

作者简介: 段海啸(1987-), 男, 重庆江津人, 硕士研究生, 研究方向为国民经济管理、农业经济效率。

果表明我国所有省区农业生产用水均存在无效配置情况,具有较大改进空间。后者如宋清等^[5]用 DEA 方法测算了北京、天津和上海等三大直辖市的农村基础设施投资效率,结果显示综合效率由高到低分别为上海、北京和天津。华坚等^[6]采用超效率 DEA 的方法测度了 2010 年全国农村水利投入产出效率情况,发现我国农村水利投入产出效率偏低且地区差异显著。然而,以上文献在使用 SFA 和 DEA 方法进行测算时往往过分强调方法的优点,忽视了两种方法可能导致结论有偏的弊端。例如 SFA 在测算时需要将生产函数引进投入产出分析框架中,但是对于生产函数的具体形式学界尚未达成一致,对生产函数的选取存在很大主观性,会对研究结果造成很大影响,甚至有可能出现相反结论^[7]。DEA 方法由于其径向和角度问题,也会使得研究结果过于片面。另外,不难发现,虽然目前对农业生产的投入产出效率做出研究的文献已较为丰富,但是关于农业水利设施投入产出效率的研究仍然较少,个别学者也只是对某一年份的静态效率做了测度。因此,本文的研究目的就是在前人基础上,采用非径向非角度的 SBM 方向性距离函数对 2005 - 2012 年农村水利基础设施建设投入产出效率进行测度和分析,并找出其时间变化趋势,为今后农业政策制定提供一定的理论依据。

2 研究方法

2.1 环境技术的线性规划形式

本文根据 Färe 等^[8]的方法构造包含全国大部分省份的生产可能性集合,将每一个省份作为一个决策单元(DMU)。假设每个 DMU 的投入向量是 $\vec{x} = (x_1, \dots, x_N) \in R_N^+$, 产出向量是 $\vec{y} = (y_1, \dots, y_M) \in R_M^+$ 。则产出技术在满足生产可能性集合为闭集和有界集,投入和产出具有强可处置性等假设条件下可模型化为如下的线性规划形式:

$$F = \{ (x^t, y^t) : \sum_{w=1}^W \lambda_w^t x_{wn}^t \leq x_n^t, n = 1, \dots, N; \sum_{w=1}^W \lambda_w^t y_{wm}^t \geq y_m^t, m = 1, \dots, M; \sum_{w=1}^W \lambda_w^t = 1, \lambda_w^t \geq 0, w = 1, \dots, W \} \quad (1)$$

式中: λ_w^t 为每个样本数据观测值的权重。 $\sum_{w=1}^W \lambda_w^t =$

1 表示此时生产前沿面是处于规模报酬可变(VRS)下的。如没有此限制,假设所有 DMU 都在最优规模下生产,则生产前沿面是规模报酬不变(CRS)下的前沿面。

2.2 SBM 方向性距离函数

传统的 Shephard 距离函数因具有产出同比例增减等特性,不利于问题的分析研究,因此本文引入 SBM 方向性距离函数,使得在投入最小化的同时寻求产出的最大化;便于进行分解,找出导致环境无效的结构性原因。根据 Fukuyama 等^[9]和王兵等^[10]的研究,本文定义我国农村水利设施投入产出的 SBM 方向性距离函数为:

$$\begin{aligned} \vec{S}_C^t(x_0^t, y_0^t, g^x, g^y) = & \frac{\frac{1}{N}(\sum_{n=1}^N \frac{S_n^{x*}}{g_n^x}) + \frac{1}{M}(\sum_{m=1}^M \frac{S_m^{y*}}{g_m^y})}{2} \\ \max_{S^{x*}, S^{y*}} & \\ \sum_{w=1}^W \lambda_w^t x_{wn}^t + S_n^{x*} = & x_0^t, n = 1, \dots, N; \\ \sum_{w=1}^W \lambda_w^t y_{wm}^t - S_m^{y*} = & y_0^t, m = 1, \dots, M; \\ w = 1, \dots, W; & S_n^{x*} \geq 0; S_m^{y*} \geq 0 \end{aligned} \quad (2)$$

式中: x_0^t, y_0^t 为每个 DMU 在时刻 t 的投入产出向量; g^x, g^y 为投入要素压缩以及产出要素扩张的方向向量; S_n^{x*}, S_m^{y*} 为投入和产出要素的松弛向量。当 $g^x = x_0, g^y = y_0$ 时,SBM 函数值满足单位恒定^[9],因此,本文选取 $(g^x, g^y) = (x_0, y_0)$ 进行测算。由公式(2)易知,SBM 函数的经济意义为劳动投入无效率、资本投入无效率以及各种产出无效率的总和,其值越大,说明环境效率越低。投入无效率以及产出无效率的分解公式分别为:

$$IE_x = \frac{1}{2N} \sum_{n=1}^N \frac{S_n^x}{g_n^x} \quad (3)$$

$$IE_y = \frac{1}{2M} \sum_{m=1}^M \frac{S_m^y}{g_m^y} \quad (4)$$

3 样本和指标选取

本文研究样本选定为除台湾省之外我国所有省级行政区,所使用的数据为 2005 - 2012 年农村水利投入以及产出数据,所有数据均来源于《中国水利年鉴》、《中国农村统计年鉴》等。具体投入产出指标选取如下:

(1)资本投入。由于我国对农村地区用于农业生产的水利设施存量资本统计数据的缺失,本文只

能选取相关指标对资本投入做近似替代。农村水利排灌机械总动力和农村水利投资完成额作为农村水利的资本投入能够较好反映农村水利设施资本投入情况,因此本文将这两个指标选定作为投入产出效率测算的资本投入指标。其中,农业排灌机械总动力包括用于农林牧渔业生产的各种排灌机械的动力总和,农村水利投资完成额为以 2005 年为基期测算出的相对值。

(2)劳动投入。最合理的劳动投入指标应该为直接投入到农村水利基础设施建设使用的劳动工时投入,但是因其统计难度较大,国家也并没有公布其数据。因此,本文选取第一产业从业人员数来对劳动投入做近似替代。

(3)产出。为全面反映农村水利设施的产出绩效,本文综合考虑了农村水利设施的经济绩效、社会效益以及生态绩效后选取人均第一产业生产总值、有效灌溉面积、除涝面积以及农村水电年发电量等作为产出指标。

4 数据处理及实证分析

SBM 函数值意义是基于松弛变量的无效率水

平,即其值越大代表的效率水平越低,离生产前沿面越远;其值越小,则代表距离生产前沿面越近。本文根据 Zheng Ji 等^[11]的建议以及中国实际情况,选择在 VRS(规模收益可变)假设条件下进行 SBM 函数的测算。

4.1 区域农村水利设施投入产出效率

2005 - 2012 年全国农村水利设施无效率的平均值为 0.358(表 1)。在 SBM 方向性距离函数下,要达到农村水利设施完全有效需要减少劳动力投入 7.8%,农村水利投资 0.6%,排灌机械 2.7%;增加产出中的人均产值 6.9%,除涝面积 9.1%,有效灌溉面积 0.7%以及农村水电发电量 8%。结果很好的反映出了我国农村水利设施投入产出效率低下的现状。由测算结果可知,所有投入产出要素中农村水利投资无效率值最低,只有 0.006,说明农村水利建设投资在转换成固定资产方面效率较高,可以进一步加大资金投入。从产出诸要素无效率中可知,目前农村水利设施配置合理性有待提高,农村水利设施过分偏重农田灌溉,使得其效率较高,而对除涝、农村水电方面的投资分配不合理,导致在这两方面效率较低。

表 1 2005 - 2012 年中国各地区农村水利设施无效率值及其分解

区域	IE_{x_L}	IE_{x_I}	IE_{x_M}	IE_{y_Y}	IE_{y_C}	IE_{y_G}	IE_{y_F}	IE
全国平均	0.078	0.006	0.027	0.069	0.091	0.007	0.080	0.358
东部平均	0.069	0.005	0.032	0.013	0.006	0.009	0.142	0.277
中部平均	0.087	0.002	0.029	0.087	0.086	0.001	0.042	0.334
西部平均	0.074	0.017	0.013	0.106	0.180	0.009	0.024	0.424

表 1 中 IE_{x_L} 表示劳动力投入无效率值, IE_{x_I} 表示农村水利投资无效率值, IE_{x_M} 表示灌溉机械投入无效率值, IE_{y_Y} 表示人均产值无效率值, IE_{y_C} 表示除涝面积无效率值, IE_{y_G} 表示灌溉面积无效率值, IE_{y_F} 表示农村水电发电无效率值, IE 表示总无效率值。

从区域层面来看,我国农村水利设施投入产出效率具有明显的地区差异性,总体呈现出“东 - 中 - 西”格局,即东部效率高于中部,中部又高于西部。从各区域无效率相对贡献度来看,东部地区农村水利的劳动力投入和农村水电发电量无效率贡献较大;中部地区农村水利的劳动力投入、人均农业产值以及除涝面积无效率贡献较大;西部地区的无效率来源主要也是劳动力投入,人均产值以及除涝面积。各地区农村水利有一个共同的无效率来源——

劳动力投入,这与我国农村劳动力存在大量冗余的现状有关。现阶段,我国农村从业人口仍然高于农业所能够吸纳的极限,存在大量劳动力剩余,因此我国仍需继续引导农业人口合理向非农产业转移,减少农业劳动力投入,提高农村水利设施投入产出效率。除劳动力投入外,东部地区农村水电发电量无效率值较高,这可能是因为东部地区农村小水电建设不足,发电量小的缘故。人均农业产值无效率和除涝面积无效率是中部地区和西部地区共同的两大无效率来源。人均农业产值无效率是我国高投入,高能耗,低产出的粗放型农业生产方式的主要特征,要提高人均农业产值效率进而从总体上提高农村水利设施投入产出效率就要继续加大农地流转力度,推进我国农业生产方式向可持续化、规模化和集约化方向发展。和东部地区相比,中西部地区除涝面

积偏小,使得农村水利设施在除涝方面效率低于东部地区,这可能是由于中西部地区在进行农村水利建设时“重灌溉,轻洪涝”所致。相对而言,中西部地区降雨量偏少,发生洪涝灾害可能性较低,但是,一旦中西部地区在某一时间段降雨量增加,极易引发洪涝灾害,在本文模型中即表现为中西部地区出现较高的除涝面积无效率。因此,中西部地区需要更加注意农村水利设施的结构配置情况,综合考虑农田灌溉、除涝以及农村小水电发电等方面。

4.2 各省农村水利投入产出效率

从各省情况来看,农村水利设施利用效率最高的省份分别为上海、西藏、吉林、海南和青海,效率最低的5个省份分别为山西、宁夏、甘肃、江苏和四川(图1)。个别省份的测算结果和一般理解有些出入,例如效率排名在前5名的省份中只有吉林省属于传统农业大省,其余4个省份农业规模都较小。但究其原因,也有合理之处。吉林省地处松嫩平原,土地肥沃,再加上本身拥有完善的农业水利设施以及丰富的水资源,使得其农村水利设施投入产出效率较高,西藏、上海、青海和海南等省第一产业中传统农业占比相对较低,因此农业发展不以农村水利建设为重点,较少的农村水利建设投入导致了四省较高的投入产出效率。在效率最低的5个省份,均出现了较高的人均农业产出无效率和除涝面积无效率,一方面说明了这些省份粗放式农业生产方式导致的农业产出效率低下,另一方面也反映出其农村水利建设结构失调的现状。以甘肃和宁夏为例,该两省位于我国水资源相对匮乏的西北地区,但是每年的5-8月属于两省份的汛期,而5-8月也正好是宁夏和甘肃春小麦的成熟期,每到汛期小麦倒伏较严重,部分地区小麦倒伏甚至达到80%~90%,还有部分地区由于汛期积水导致小麦霉变或发芽,严重影响春小麦的产量和品质。因此,在对我国传统缺水地区进行农村水利设施建设时同样应该灌溉和除涝并重,充分发挥农村水利设施的投入产出效率。此外,除了产出无效率外,四川出现了较高的劳动力投入无效率,江苏出现了较高的农村水利发电无效率。四川是我国的人口大省,农村人口众多,过多的农业人口冗余导致其农村水利投入产出效率降低,而江苏是我国东部沿海经济较发达省份,近年来,农业已经有规模化发展迹象,能源消耗随之增加,但相对水利建设投入而言,农村水利发电量明显偏小,因此,未来仍需加大对农村小水电的资金配置。

4.3 我国农村水利设施投入产出效率的时间分布

从时间分布来看,2005-2012年我国中西部地区农村水利投入产出效率总体呈平稳上升趋势(非效率值下降,见图1),而东部地区农村水利投入产出效率呈波动上升趋势。对中西部农村水利投入产出效率的提高贡献最大的是农村水电发电量的大幅增加。以西部地区为例,西部地区是我国水能资源最发达的区域,2012年仅四川和云南两省农村小水电发电量即占全国总量的29.3%,其中云南农村小水电发电量从2005年的8.73亿千瓦时增长到2012年的306.58亿千瓦时,增幅达3512%;东部地区整体农村水电发电量增长缓慢,部分省份如福建、浙江和广东个别年份还出现了下降,波动幅度较大,导致东部地区整体农村水利投入产出效率曲线出现波动。

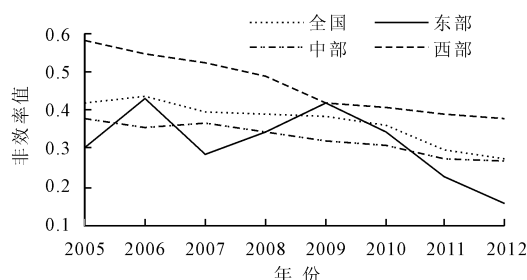


图1 各省农村水利投入产出效率变化情况

5 结论及政策建议

本文采用非径向非角度的SBM方向性距离函数测算了2005-2012年我国农村水利设施投入产出效率。

从区域层面看,我国东部地区农村水利设施投入产出效率最高,西部地区最低。西部地区效率偏低的主要原因是产出要素中的人均产值和除涝面积无效率值偏高,导致中部地区无效率的主要原因是劳动力投入过多和人均产值较低,而东部地区无效率的来源主要为劳动力投入过多以及农村水电发电量偏少。

从分省情况看,效率偏低的省份都出现了较高的人均产值无效率以及除涝面积无效率值,而效率较高省份大多为农业规模较小的省份,如上海、西藏和海南等。导致上述省份效率较高的主要原因为传统农业占比偏低,农业水利投入较少使得投入产出效率较高。

从时间分布来看,2005-2012年全国农村水利设施投入产出效率总体呈现上升趋势。西部地区虽然静态效率最低,但是效率提升速度快于中部和东部地区,体现出了较强的追赶效应。

针对以上存在的问题,本文认为要提高我国农

村水利设施投入产出效率,使农业走高效化、集约化的发展路线,需要继续深化以下几个方面对农村水利基础设施建设的政策支持:

(1)建立水利投资长效机制。我国对农村水利建设的投资多年来一直是事件导向型,具有一定的“头痛医头,脚痛医脚”的特征,在实际发生旱涝灾害后才进行水利建设。要提高农村水利设施投入产出效率需要建立水利投资的长效机制,更多的从预防角度进行农村水利建设,减少灾害实际发生时的损失,提升农业产出。

(2)继续引导农村剩余劳动力合理向城镇及非农产业转移。继续深化实施农地流转,引导农村剩余劳动力向非农部门合理转移,减少农村水利设施劳动力投入,提高其投入产出效率,进而提升农业整体效率,为我国农业的规模化、集约化创造条件。

(3)优化农村水利建设资金配置。要提高农业综合产出,需要从灌溉、防洪除涝以及农村电力供应等多方面入手。因此,应大力推进农村水利建设资金的内部优化配置,由“重灌溉,轻除涝”转变为灌溉、除涝和发电并重,消除农村水利设施投入产出无效中的结构性因素。

参考文献:

- [1] 彭亮.农村水利建设与农业综合生产能力灰色关联分析——以四川省为例[J].农村经济,2011(4):32-35.
- [2] 王广深,何铭涛,莫易娴,等.中国农村水利投资特点及对农业产出贡献度分析[J].水利经济,2013,31

(3):11-15.

- [3] 汪建华,李琼.广西农村公共投资绩效分析——基于随机前沿分析法[J].现代商贸工业,2012,24(13):59-60.
- [4] 王学渊.基于DEA和SFA方法的中国省区灌溉用水效率比较研究[J].统计与决策,2010(8):44-47.
- [5] 宋清,胡雅杰,程源.京津沪农村基础设施投资效率比较研究[J].中国科技论坛,2011(10):143-149.
- [6] 华坚,祁智国,马殷琳.基于超效率DEA的农村水利基础建设投入产出效率研究[J].经济问题探索,2013(8):55-60.
- [7] 崔永伟,杜聪慧.生产函数理论与函数形式的选择研究[C]//中国优选法统筹法与经济数学研究会、山东大学、中国科学院科技政策与管理科学研究所、《中国管理科学》编辑部,第十四届中国管理科学学术年会论文集(上册),2012.
- [8] Färe R, Grosskopf S, Pasurka Jr C A. Environmental production functions and environmental directional distance functions[J]. Energy, 2007, 32(7):1055-1066.
- [9] Fukuyama H, Weber W L. A directional slacks-based measure of technical inefficiency[J]. Socio-Economic Planning Sciences, 2009, 43(4):274-287.
- [10] 王兵,吴延瑞,颜鹏飞.中国区域环境效率与环境全要素生产率增长[J].经济研究,2010(5):95-109.
- [11] Zheng Ji, Liu Xiu, Bigsten A. Ownership structure and determinants of technical efficiency: an application of data envelopment analysis to Chinese enterprises (1986-1990)[J]. Journal of Comparative Economics, 1998, 26(3):465-484.

(上接第235页)

参考文献:

- [1] 王海波,王孝娣,王宝亮,等.中国设施葡萄产业现状及发展对策[J].中外葡萄与葡萄酒,2009(9):61-65.
- [2] 王德梅,于振文,许振柱.高产条件下不同小麦品种耗水特性及水分利用效率的差异[J].生态学报,2009,29(12):6552-6560.
- [3] 杨涛,梁宗锁,薛吉全,等.干旱胁迫下不同玉米品种的耗水特性及其水分利用效率的差异[J].干旱地区农业研究,2005,23(5):103-107.
- [4] 张岁岐,周小平,慕自新,等.不同灌溉制度对玉米根系生长及水分利用效率的影响[J].农业工程学报,2009,25(10):1-6.
- [5] 苏培玺,施来成.塑料薄膜滴灌带在沙地葡萄节水中的应用研究[J].干旱地区农业研究,2000,18(4):94-98.
- [6] 杜太生,康绍忠,夏桂敏,等.滴灌条件下不同根区交替湿润对葡萄生长和水分利用的影响[J].农业工程学报,

2005,21(11):43-48.

- [7] Stefano Poni, Maurizio Quartieri, Massimo Tagliavini. Potassium nutrition of cabernet sauvignon grapevines (Vitis vinifera L.) as affected by shoot trimming[J]. Plant and Soil 2003, 253(2):341-351.
- [8] 李绍华.果树生长发育、产量和果实品质对水分胁迫反应的敏感期及节水灌溉[J].植物生理学通讯,1993,29(1):10-16.
- [9] Chalmers D J, Burge G, Jerie P H, et al. The mechanism of regulation of 'Bartler' pear fruit and vegetative growth by irrigation withholding and regulated deficit irrigation[J]. Journal of the American Society for Horticultural Science, 1986, 11(6):904-907.
- [10] 钟辉,钟公诒,杨筠文,等.生长后期节水灌溉对葡萄产量及品质的影响试验初探[J].南方园艺,2010,21(5):14-15.