

新型城镇化视角下的江苏省水资源利用效率研究

张凤泽, 宋敏, 邓益斌

(河海大学商学院, 江苏南京 211000)

摘要:随着新型城镇化的推进,水资源不足、水环境污染问题日益突出。以江苏省为例,构建超对数函数模型,运用SFA测算江苏省水资源利用效率,选取人口城镇化、社会城镇化、产业城镇化指标来表示城镇化水平,基于STIRPAT模型分析江苏省水资源利用效率与新型城镇化的关系。结果表明:①三大地区水资源利用效率为苏中最高,苏南最低,苏北居中;②人口城镇化水平对江苏水资源利用效率影响最大;③社会城镇化水平与水资源利用效率呈负相关关系,各区域的产业城镇化水平对水资源利用效率影响差别较大。

关键词:新型城镇化;水资源利用效率;人口城镇化;社会城镇化;产业城镇化;江苏省

中图分类号:F062.1

文献标识码:A

文章编号:1003-9511(2016)05-0014-04

随着我国城市化和工业化的推进,水资源、水环境承载力不足的现象日益严重。城镇化过程中,人口城镇化、社会城镇化、产业城镇化越来越明显,并带来了不同程度的水资源短缺和水环境污染。为此,中央政府针对性提出“强化水资源节约保护工作”。在水资源总量既定、城镇化增速加快的形势下,水资源利用效率成为关键问题。

学者们关于水资源利用效率的测度研究大都从多投入-多产出角度采用数据包络分析(DEA)方法。赵良仕等^[1]用DEA测算了中国的省际水资源利用效率,认为水资源利用效率具有空间性及空间溢出效应。赵晨等^[2]运用DEA中的CCR模型和BCC模型对江苏省的水资源利用效率进行了评价,认为江苏省水资源利用效率整体呈缓慢上升趋势。夏莲等^[3]从农业产业化背景研究了农户水资源利用效率。马海良等^[4]从城镇化进程角度,采取用水效率指标,探讨中国城镇化率与全国用水总量、水资源利用效率与用水结构之间的关系,结果认为城镇化率的提高使得我国水资源利用效率得到有效改善。钱文婧等^[5]也从不同角度研究了水资源利用效率。

通过以上分析可以看出,已有文献对水资源利用效率的测算大都使用非参数方法,笔者将定义基于水资源投入的谢泼德方向距离函数,构建超对数函数形式,运用SFA来测算江苏省水资源利用效

率,以克服传统的利用效率中要求所投入各种要素按相同比例缩减,可能会存在短板效应和存在统计噪声的缺点。同时本文选取人口城镇化、社会城镇化、产业城镇化指标来表示新型城镇化的程度,很好地拟合了STIRPAT模型的原始含义。

1 模型、指标及数据选取

1.1 水资源利用效率模型与数据

1.1.1 实证模型

首先对某个地区的经济做出如下假定:如果该经济的投入要素为劳动(L)、资本(K)、水资源(W),并且生产单一产品(Y),那么其生产技术为 $T = \{(L, K, W, Y) | (L, K, W) \text{ 生产得到 } Y\}$ 。集合 T 为有界闭集且投入产出满足强可处置性。

参考Zhou等^[6]提出的基于能源投入的谢泼德方向距离函数,笔者定义了如下基于水资源投入的谢泼德方向距离函数:

$$D_w(L, K, W, Y) = \text{sub} \{ \theta | (L, K, W/\theta, Y) \in T \} \quad (1)$$

由式(1)以及生产技术的强可处置性,可以得到以下两个性质:(1) $D_w(L, K, W, Y) \geq 1$; (2)基于水资源投入的方向性距离函数 $D_w(L, K, W, Y)$ 是水资源投入(W)的线性齐次函数。

基金项目:教育部人文社会科学研究规划基金(15YJA790052)

作者简介:张凤泽(1993—),女,山西五台人,硕士研究生,主要从事金融工程与投资管理研究。E-mail:931048063@qq.com

与传统相比,这一基于水资源投入的方向性距离函数反映的是在现行技术条件下该地区保持劳动力、资本投入和产出不变时水资源使用的最大可缩减比例,可以反映更真实的水资源利用效率。若 $1/D_E(L,K,W,Y)$ 的值等于 1,实际的水资源投入量等于最优投入量,生产中所消耗的水资源是有效的; $1/D_E(L,K,W,Y)$ 的值越小,表明实际生产越偏离最优水资源投入,水资源投入就越无效。这里定义 $1/D_E(L,K,W,Y)$ 为水资源利用效率 WEI ,即 $WEI = 1/D_E(L,K,W,Y)$ 。

本文参照文献[7],选择下列超对数函数:

$$\ln D_W(K_{it}, L_{it}, W_{it}, Y_{it}) = \beta_0 + \beta_K \ln K_{it} + \beta_L \ln L_{it} + \beta_W \ln W_{it} + \beta_Y \ln Y_{it} + \beta_{KL} \ln K_{it} \ln L_{it} + \beta_{KW} \ln K_{it} \ln W_{it} + \beta_{KY} \ln K_{it} \ln Y_{it} + \beta_{LW} \ln L_{it} \ln W_{it} + \beta_{LY} \ln L_{it} \ln Y_{it} + \beta_{WY} \ln W_{it} \ln Y_{it} + v_{it} \quad (2)$$

其中, v_{it} 为随机扰动项,满足经典计量假设,即 $v_{it} \sim iidN(0, \sigma_v^2)$ 。文献[8]的结果说明 $D_W(K, L, W, Y)$ 在 W 中是线性齐次的,所以:

$$\ln D_W(K_{it}, L_{it}, W_{it}, Y_{it}) = \ln W_{it} + \ln D_W(K_{it}, L_{it}, 1, Y_{it}) \quad (3)$$

将式(3)带回式(2)中,得式(4):

$$\ln(1/W_{it}) = \beta_0 + \beta_K \ln K_{it} + \beta_L \ln L_{it} + \beta_Y \ln Y_{it} + \beta_{KL} \ln K_{it} \ln L_{it} + \beta_{KY} \ln K_{it} \ln Y_{it} + \beta_{LY} \ln L_{it} \ln Y_{it} + v_{it} - u_{it} \quad (4)$$

其中, $u_{it} = \ln D_W(L_{it}, K_{it}, W_{it}, Y_{it}) \geq 0$,反映地区 i 在第 t 年生产过程中水资源利用的无效率。假设 u_{it} 服从特定的分布,式(4)就是典型的 SFA 模型。

运用 Frontier 4.1 软件对方程(4)进行估计,可以得到各个地区每年水资源利用效率值。

1.1.2 变量与数据来源

对 2004—2014 年江苏省 13 个地级市水资源利用效率进行测算。投入产出变量如下:

a. 经济产出(Y),以实际 GDP 来表示。利用各个地级市的 GDP 及生产总值指数计算得到 GDP 平减指数,以 1996 年的价格作为基期对名义 GDP 进行缩减得到实际 GDP。

b. 水资源投入(W)。用各市的水资源消耗量作为水资源投入,使用供水总量减去居民生活用水量得到具体的水资源投入量。

c. 劳动力投入(L)。各地级市的劳动力投入计算公式如下:

(当年年末单位从业人数+上一年年末单位从业人数)/2

d. 资本存量投入(K)。本文使用“永续盘存法”计算实际资本存量,由于宿迁和淮安在 1996 年才正式设市,所以本文选择 1996 为基年来估计各地

区资本存量。基于目前比较认可的结论,选取 9.6% 作为固定资产折旧率。数据来源于《江苏统计年鉴》《中国城市统计年鉴》以及江苏省各地级市统计年鉴。

1.2 IPAT 模型构建与指标选取

1.2.1 模型构建

经典 IPAT 模型:

$$I = PAT \quad (5)$$

式中: I 为因变量,可以是环境压力、能源消耗以及环境影响状况等变量; P 为人口因素; A 为富裕程度; T 为技术水平。

该模型最早由 20 世纪 70 年代美国经济学家 Holdren 等^[9]提出,当时主要用于研究人类活动对环境变化的影响。Rose 等^[10]在 IPAT 模型基础上提出 STIRPAT 模型:

$$I = aP^b A^c T^d e \quad (6)$$

式中: a 为该模型的系数; b 、 c 、 d 分别为各驱动力指数; e 为误差值。

该模型可以通过对人口、富裕程度和技术水平等因素进行回归分析,得出各驱动力对环境的影响。

1.2.2 指标选取

选取江苏省水资源利用效率(I)作为 STIRPAT 模型的因变量,用人口城镇化(P)、社会城镇化(A)、产业城镇化(T)等变量作为自变量将 STIRPAT 模型扩展,为了弱化指标数据的异方差性,在扩展模型两边取对数,得到的线性回归模型如下:

$$\ln I = \alpha_0 + \alpha_1 \ln P_{it} + \alpha_2 (\ln P_{it})^2 + \alpha_3 \ln A_{it} + \alpha_4 \ln T_{it} + \varepsilon_{it} \quad (7)$$

式中: i 为地区; t 为年份; α_0 、 α_1 、 α_2 、 α_3 、 α_4 分别为待估参数。

江苏省水资源利用效率采用下一节实证测算出的结果,人口城镇化用户籍人口城镇化水平来表示,由城镇人口数除以总人口计算得出;社会城镇化指标用人均可支配收入表示;产业城镇化用第二、第三产业占比来表示。数据来源于《江苏统计年鉴》《中国城市统计年鉴》以及江苏省各市统计年鉴。

2 实证分析

2.1 效率评价结果

以式(4)为估计方程,利用 Frontier 4.1 软件对该方程进行回归,参数估计结果为

$$\ln(1/W_{it}) = 0.5135 + 0.5264 \ln K_{it} + 0.3270 \ln L_{it} + (-0.3558) \ln Y_{it} + 0.2951 \ln K_{it} \ln L_{it} + 0.1932 \ln K_{it} \ln Y_{it} + (-0.4048) \ln L_{it} \ln Y_{it} \quad (8)$$

(3.28) (34.92) (1.87) (-1.72) (1.78) (2.37) (-6.48)
(0.8234) (0.0246) (0.1574) (0.1749) (0.0429) (0.0645) (0.0382)

拟合优度检验结果为 0.999 1,表明该模型拟合度较好;F 检验值为 1 387.34,Prob 值为 0.000 0,说明函数关系成立; $corr(u_i, X) = 0$ (assumed), Prob > $\chi^2 = 0.000 0$,表示解释变量与随机误差项之间不存在序列相关关系。此模型通过了各项参数检验,可以进行下一步分析。基于 Frontier4.1 软件测算的江苏省水资源利用效率结果如表 1。

从表 1 中可以看出,苏南地区水资源利用效率平均值为 0.655,为三大地区中最低,其中南京市历年平均水资源利用效率最低,为 0.473,但其值在逐年平稳上升,与苏南地区整体水资源利用效率增长趋势较为接近。苏州市平均水资源利用效率为最高,达到 0.775 的水平。无锡市水资源利用效率较高,且其年度波动较小。常州市与镇江市在较为低下的效率起始水平上逐年稳步增长;苏中地区平均水资源利用效率最高为 0.785,说明相对而言苏中在已有投入水平下实现了水资源利用效率的最大化,且其水资源利用效率在逐年增加,其中泰州市最高为 0.823,扬州市最低为 0.737;苏北地区平均水资源利用效率略低于苏中地区,整体水平较高,其中盐城市水资源利用效率最高为 0.847,且为 13 个地级市中最高。连云港效率水平最低,在 0.7 以下水平,其余都处于 0.7~0.8 之间,水资源利用效率较高。

从图 1 中可以看出,三大地区水资源利用效率为苏中最高,苏南最低,苏北居中,整体效率水平均在逐年提高。其中苏南地区起点较低,但其增长较快,已逐渐接近其他地区水平,苏中地区一直稳步增长,苏北地区 2006 年水资源利用效率由 0.767 下降为 0.728,下降幅度较大,其余年份基本平稳地增长。

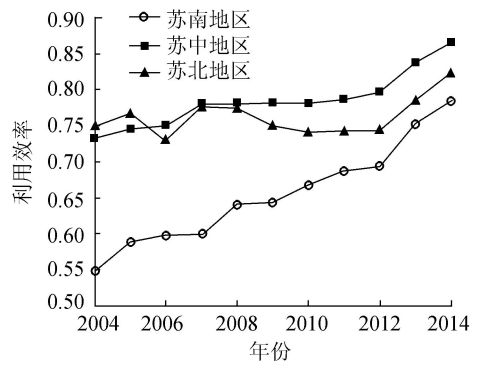


图 1 江苏省三大区域 2004—2014 年水资源利用效率变化趋势

2.2 基于 STIRPAT 模型的分析

首先,利用 Eviews 6.0 对江苏省水资源利用效率、人口城镇化、社会城镇化、产业城镇化进行单位根检验(LCC 检验和 Fisher-ADF 检验)。检验结果表明,除社会城镇化外均存在单位根,因而需要对其一阶差分进行单位根检验,结果在 5% 的显著性水平下通过了检验。其次,进行协整检验,表 2 显示 Panel ADF-Statistic、Group ADF-Statistic 和 ADF 均通过了显著性检验。Hausman 检验选择了固定效

表 2 江苏省 2004—2014 面板数据协整检验结果

检验名称	统计量名称	统计量值	P 值	检验结果
Kao 检验	ADF	1.689 715	0.039 9	拒绝
	Panel v-Statistic	-73.433 893	0.929 7	接受
	Panel rho-Statistic	0.489 103	0.713 4	接受
Pedroni 检验	Panel PP-Statistic	-1.703 683	0.051 9	拒绝
	Panel ADF-Statistic	-3.399 982	0.000 4	拒绝
	Group rho-Statistic	1.864 936	0.902 8	接受
	Group PP-Statistic	-4.782 038	0.000 2	拒绝
	Group ADF-Statistic	-5.294 873	0.000 0	拒绝

表 1 2004—2014 年江苏省分地区水资源利用效率值

地区	城市	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	历年平均
苏南	南京	0.317	0.328	0.343	0.361	0.441	0.492	0.518	0.537	0.565	0.625	0.673	0.473
	无锡	0.715	0.772	0.740	0.727	0.742	0.733	0.721	0.749	0.750	0.794	0.802	0.749
	常州	0.481	0.498	0.494	0.490	0.570	0.544	0.638	0.661	0.693	0.773	0.795	0.603
	苏州	0.655	0.752	0.782	0.779	0.796	0.780	0.782	0.782	0.741	0.813	0.862	0.775
	镇江	0.575	0.592	0.633	0.637	0.655	0.667	0.679	0.707	0.710	0.760	0.792	0.673
	平均值	0.549	0.588	0.598	0.599	0.641	0.643	0.667	0.687	0.692	0.753	0.785	0.655
苏中	南通	0.745	0.776	0.763	0.814	0.781	0.764	0.768	0.790	0.802	0.848	0.895	0.795
	扬州	0.668	0.672	0.681	0.712	0.734	0.748	0.737	0.744	0.755	0.817	0.834	0.737
	泰州	0.786	0.789	0.801	0.812	0.823	0.835	0.836	0.826	0.829	0.847	0.870	0.823
	平均值	0.733	0.746	0.748	0.780	0.779	0.782	0.780	0.787	0.795	0.837	0.866	0.785
苏北	徐州	0.745	0.728	0.729	0.802	0.749	0.742	0.750	0.734	0.746	0.790	0.835	0.759
	淮安	0.712	0.773	0.719	0.786	0.763	0.694	0.710	0.701	0.656	0.710	0.764	0.726
	盐城	0.833	0.799	0.756	0.846	0.884	0.846	0.848	0.856	0.862	0.882	0.901	0.847
	连云港	0.612	0.695	0.654	0.652	0.668	0.665	0.660	0.677	0.706	0.748	0.796	0.685
	宿迁	0.847	0.839	0.784	0.795	0.806	0.804	0.735	0.746	0.744	0.794	0.826	0.793
	平均值	0.750	0.767	0.728	0.776	0.774	0.750	0.741	0.743	0.743	0.785	0.824	0.762
全省	0.677	0.700	0.692	0.718	0.731	0.725	0.730	0.739	0.743	0.792	0.825	0.762	

表3 江苏省水资源利用效率与新型城镇化关系的回归分析

被解释变量	解释变量	全省	苏南地区	苏中地区	苏北地区
江苏省水资源 利用效率 $\ln I$	人口城镇化 $\ln P$	-4.2394*** (-3.67)	-12.6802** (-2.06)	-2.3445*** (-4.76)	1.8965 (0.17)
	人口城镇化的二次方 $(\ln P)^2$	0.7362*** (4.53)	1.6480** (2.03)	0.3355*** (4.45)	0.3362 (0.25)
	社会城镇化 $\ln A$	-0.0501*** (-2.59)	-0.0724** (-2.27)	-0.0233 (-0.8512)	-0.0624 (-1.57)
	产业城镇化 $\ln T$	0.3490*** (3.61)	0.1269 (0.74)	-1.3760*** (-4.53)	0.9514** (2.08)
	常数 C	7.2379*** (4.06)	25.7896** (2.19)	-9.4784*** (-2.83)	5.8952 (0.89)

注:***、**、*分别为1%、5%、10%的显著性水平,系数下方的括号内为*t*值。

应,由于样本期间较短,本文假定相同区域水资源利用效率基本一致,因而选择不变系数模型建立模型进行估计,结果见表3。

从表3可以看出,人口城镇化水平对江苏水资源利用效率的影响最大。全省、苏南、苏中的水资源利用效率与人口城镇化水平呈U型关系,即水资源利用效率随人口城镇化水平的提高表现出先下降再上升的趋势,苏北则呈负相关关系且不显著;社会城镇化水平与水资源利用效率呈负相关关系,但苏中和苏北未通过显著性检验;各区域的产业城镇化水平对水资源利用效率影响差别较大。全省、苏南、苏北的关系为正相关,苏中则为负相关,苏南没有通过显著性检验。根据二、三产业的比重以及江苏省水资源利用效率结果可以看出,南京、无锡、常州、苏州产业城镇化水平高,苏北由于企业数量少、经济发展落后,其产业城镇化水平较低。产业城镇化在空间的分布不均导致其对江苏省水资源利用效率影响的差异。

3 结 语

传统研究运用非参数的DEA方法进行测算,忽略了统计噪声的影响,笔者定义了基于水资源投入的谢泼德方向距离函数,利用参数法测度了江苏省2004—2014年的水资源利用效率,并选取新型城镇化指标,借助STIRPAT模型分析新型城镇化对江苏水资源利用效率的影响,得到以下结论:三大地区水资源利用效率为苏中最高,苏南最低,苏北居中,其中苏南水资源利用效率在快速提高;人口城镇化水平对江苏水资源利用效率的影响最大,全省、苏南、苏中水资源利用效率与人口城镇化水平呈U型关系,苏北地区水资源利用效率与人口城镇化水平呈负相关关系;社会城镇化水平与水资源利用效率呈负相关关系,各区域的产业城镇化水平对水资源利用效率影响差别较大。

参考文献:

- [1] 赵良仕,孙才志,郑德凤. 中国省际水资源利用效率与空间溢出效应测度[J]. 地理学报,2014(1):121-133.
- [2] 赵晨,王远,谷学明. 基于数据包络分析的江苏省水资源利用效率[J]. 生态学报,2013(5):1636-1644.
- [3] 夏莲,石晓平,冯淑怡,等. 农业产业化背景下农户水资源利用效率影响因素分析:基于甘肃省民乐县的实证分析[J]. 中国人口·资源与环境,2013(12):111-118.
- [4] 马海良,黄德春,张继国. 考虑非合意产出的水资源利用效率及影响因素研究[J]. 中国人口·资源与环境,2012(10):35-42.
- [5] 钱文婧,贺灿飞. 中国水资源利用效率区域差异及影响因素研究[J]. 中国人口·资源与环境,2011(2):54-60.
- [6] ZHOU P, ANG B W, POH K L. Measuring environmental performance under different environmental DEA technologies[J]. Energy Economics, 2008(b), 30(1): 1-14.
- [7] ZHOU P, ANG B W, ZHOU D Q. Measuring economy-wide energy efficiency performance: a parametric frontier approach [J]. Applied Energy, 2012 (90): 196-200.
- [8] COELLI T J, PRASADA RAO D S, O' DONNELL C J, et al. 效率和生产率分析导论[M]. 2版. 刘大成,译. 北京:清华大学出版社,2009.
- [9] HOLDERN J P, EHRlich P R. Human population and the global environment[J]. American Scientist, 1974, 62(3): 282-292.
- [10] ROSA E A, YORK R, DIETZ T. Tracking the anthropogenic drivers of ecological impacts[J]. AMBIO, 2004, 33(8): 509-512.

(收稿日期:2016-03-02 编辑:陈玉国)

