

山东省区域资源环境绩效的影响因素研究

石 静， 许 晖， 裴海峰
(山东财经大学 统计学院 山东 济南 250014)

摘要: 随着经济的不断发展,资源环境问题日益突出,严重影响了山东省整体经济社会的可持续发展。本文从社会可持续发展战略角度出发,着眼于山东省区域资源环境绩效评价,以山东省 17 地市 REPI 指数作为被解释变量,运用合理的时间个体固定效应变系数模型,对山东省资源环境绩效指数与其影响因素进行实证分析,反映资源环境绩效水平的区域差异的同时,研究各区域不同的影响因素对资源环境绩效指数的时空差异性,更好地促进区域协调发展以及经济社会的可持续发展。

关键词: 资源环境绩效指数; 变系数模型; 可持续发展
中图分类号: F061.5 **文献标识码:** A **文章编号:** 2095 - 0098(2014) 04 - 0079 - 05

一、指标设计与模型设定

(一) 指标体系的构建

参照 2009 年国家发改委对新修订的 $REPI_j$ 指数计算公式 $REPI_j = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \omega_i \frac{g_j/x_{ij}}{G_0/X_{i0}}$, 选取有代表性的能源消费总量、用水总量、用电总量、固定资产投资、化学需氧量、二氧化硫排放量、工业固体废物排放七个指标, 利用主成分分析法对各指标赋权, 测算山东省各地市每年的 REPI 指数。^[1] 其中 $REPI_j$ 表示第 j 个地市的节约指数; n 为选取指标种类数; w_i 为各指标权重; x_{ij} 和 X_{i0} 为第 j 个市和全省第 i 种指标数值; g_j 和 G_0 为第 j 个市和全省 GDP 总量; g/x 和 G/X 分别代表各地市和全省资源消耗强度或污染物排放绩效。

在借鉴国家发改委相关文件, 以及众多国内外学者研究成果基础上, 按照目的性、科学性、系统性、可比性和可操作性等原则, 从经济、社会和节能环保三个维度来确定解释变量。具体指标见表 1。

表 1 变量的说明

变量名称	变量简称	变量定义
综合指数	REPI	资源环境绩效综合指数
经济规模	EC	地区 GDP 占山东省 GDP 的比重(%)
经济水平	LNGDP	地区人均 GDP(元) /取对数处理
外资依存度	DF	地区 FDI 占 GDP 比重(%)
人口密度	LNPd	城市人口密度(人/平方公里) /取对数处理
节能环保支出	LNEP	节能环保支出(万元) /取对数处理

(二) 理论模型设定

引入变量人均 GDP 的平方项($LNGDP$)² 后, 时间个体固定效应变系数模型的具体形式为:

收稿日期: 2014 - 04 - 29
作者简介: 石 静(1989 -), 女, 山东临沂人, 山东财经大学 2013 级统计学专业在读研究生;
许 晖(1990 -), 女, 山东泰安人, 山东财经大学 2013 级应用统计专业在读研究生;
裴海峰(1980 -), 男, 山东泰安人, 博士, 副教授, 研究方向为不确定理论及其应用。

$$REPI_{jt} = C + \alpha_j + \gamma_t + \beta_{j1}EC + \beta_{j2}\ln GDP + \beta_{j3}\ln GDPP + \beta_{j4}DF + \beta_{j5}\ln PD + \beta_{j6}\ln EP + \mu_{jt}$$

$$j = 1, 2, \dots, N; t = 1, 2, \dots, T$$

式中截距项 α_j 和系数项 β_{jk} 随着截面地区的不同而变化的 μ_{jt} 为残差项, N 为区域划分个数, j 代表山东省 17 地市, γ_t 为时期特色, t 代表观测时期数。

(三) 实证分析

原始数据来自 2005—2012 年《山东省统计年鉴》与各地区统计信息网, 共包含山东省 17 个地市 8 年的时间序列。为提高模型精确性, 消除变量数据之间的异方差和自相关性, 对部分数据在保证经济意义不变的前提下进行取对数处理。

1. 变量的检验

面板数据模型要求各序列是平稳的, 才能实现协整, 否则做出的面板数据模型是伪回归, 因此建模前需进行平稳性检验和协整检验。

(1) 平稳性检验

文中选择检验方法为 LLC(Levin-Lin-Chu) 检验、ADF-Fisher 检验和 PP-Fisher 检验, 所有检验原假设都是存在单位根。单位根检验结果如表 2 所示。

表 2 资源环境绩效各影响因素的单位根检验结果

变量	LLC Test	ADF - Fisher	PP - Fisher
REPI	-2.24(0.0123)	34.07(0.4640)	85.69(0.0000)
EC	-3.57(0.0002)	31.78(0.5717)	28.03(0.7543)
LNGDP	-6.487(0.0000)	21.35(0.9551)	74.16(0.0001)
DF	-3.83(0.0001)	35.81(0.3835)	60.58(0.0033)
LNPD	-31.91(0.0000)	123.15(0.0000)	133.46(0.0000)
LNEP	-2.11(0.0171)	16.86(0.9939)	24.25(0.8916)
LNGDPP	-8.22(0.0000)	27.63(0.7717)	77.23(0.0000)

注: 表中数据无括号的是检验统计量数值, 括号内部是对应 P 值

由表 2 结果看出, 在 10% 的显著性水平下, 有充足的理由认为变量 REPI、LNGDP、DF、LNPD、LNGDPP 序列平稳, 因此整体认为数据具有平稳性。

(2) 协整检验

协整检验是考察序列之间长期均衡关系的方法, 指两个或者多个非平稳的变量序列某个线性组合后的序列呈现平稳性的关系。本文采用 Pedroni 检验, 结果见表 3。

表 3 REPI 指数与各影响因素的协整检验结果

组内统计量	Statistic	Prob.	组间统计量	Statistic	Prob.
Panel v - Statistic	-4.34	0.00	Group rho - Statistic	6.82	0.00
Panel rho - Statistic	5.19	0.00	Group PP - Statistic	-34.92	0.00
Panel PP - Statistic	-26.66	0.00	Group ADF - Statistic	-3.93	0.00
Panel ADF - Statistic	-4.61	0.00			

Pedroni 协整检验的原假设为不存在协整关系, 由表 3 可知, 统计量 Prob. 值均小于 0.05, 表明拒绝原假设, 认为山东省各地市 REPI 指数与影响因素之间存在长期稳定的协整关系。

2. 基于固定效应变系数模型的资源环境综合绩效影响因素分析

(1) 模型效应的检验

面板数据模型的效应分为固定效应、随机效应和混合效应。理论经验认为以总体自身效应为条件推论时, 应构建固定效应模型。利用 Hausman 检验和似然比检验结果来判断: 当 Hausman 统计量的值较大, 对应 P 值远小于 0.05 时, 拒绝原假设, 应建立固定效应模型。模型中 Hausman 统计量值为 10.7166, 其对应 $P = 0.0573$, 不能准确判定固定效应确实比随机效应好; 似然比检验统计量 F 值为 64.4837, $P = 0.0000$, 因此拒绝原假设, 两种检验结果综合判断应建立固定效应模型。

(2) 模型形式的检验

面板数据是一种兼有截距项和时间序列维数的数据集。^[2] 根据面板数据分析的一般步骤, 在进行变系

数回归之前需要对是否选择变系数模型进行检验。^[3] 面板数据的模型有三种: ①变系数模型: $y_i = \alpha_i + x_i\beta_i + \mu_i$; ②固定效应模型: $y_i = m + x_i\beta + \alpha^* + \mu_i$; ③不变参数模型: $y_i = \alpha + x_i\beta + \mu_i$ 。

一般使用协方差分析检验来确定模型的形式。对于两个假设:

$$H_1: \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_N \quad H_2: \alpha_1 = \alpha_2 = \dots = \alpha_N; \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_N$$

利用受约束的线性回归 F 检验法原理 构造的检验统计量具体形式如下:

$$F_2 = \frac{(S_3 - S_1) / [(N-1)(K+1)]}{S_1 / [NT - N(K+1)]} \sim F((N-1)(K+1), N(T-K-1))$$

$$F_1 = \frac{(S_2 - S_1) / [(N-1)K]}{S_1 / [NT - N(K+1)]} \sim F((N-1)K, N(T-K-1))$$

其中 N 为横截面个数 K 为约束条件个数 T 为时间跨度; S_1 、 S_2 和 S_3 分别为面板数据三种模型的残差平方和。给定显著性水平 $\alpha = 0.05$, 查 F 统计量分布表得到临界值, 与计算得到的 F 统计量数值进行对比, 即可得到相关结论。^[4] 由三种模型的拟合结果可知 $S_1 = 0.0026$, $S_2 = 0.02137$, $S_3 = 0.15968$, 其中 $N = 17$, $T = 8$, $K = 5$, 用上式计算得出 F_2 和 F_1 值, 并查 F 统计量分位表得:

$$F_2 = \frac{(S_3 - S_1) / [(N-1)(K+1)]}{S_1 / [NT - N(K+1)]} = \frac{(0.15968 - 0.002684) / (16 \times 6)}{0.002684 / (17 \times 8 - 17 \times 6)} = 20.7163$$

$$F_1 = \frac{(S_2 - S_1) / [(N-1)K]}{S_1 / [NT - N(K+1)]} = \frac{(0.02137 - 0.002684) / (16 \times 5)}{0.002684 / (17 \times 8 - 17 \times 6)} = 2.9588$$

$F_{2(0.05)}(96, 34) \approx 1.6352$, $F_{1(0.05)}(80, 34) \approx 1.664$, 而 $F_2 = 20.7163 > F_{2(0.05)}$, 同时 $F_1 = 2.9588 > F_{1(0.05)}$, 因此应拒绝 H_1 和 H_2 的原假设, 因此选择变系数模型是比较合理的, 同时结合 Hausman 检验和似然比检验结果, 综合判断应建立固定效应变系数模型。

(3) 时间个体固定效应变系数模型回归估计结果

山东省按照一般区域划分为四个地区: 鲁东地区、鲁中地区、鲁西北地区 and 鲁西南地区。通过 Eviews6.0 软件, 建立双固定效应变系数模型, 利用 OLS 估计方法进行回归分析, 得到面板回归结果。

表 4 双固定效应变系数模型估计结果

	City	EC	LNGDP	LNGDPP	DF	LNPD	LNPD	Fixed
鲁东	青岛	1.8409	15.7829 [*]	-0.7274 [*]	0.4388	-0.0736	-0.0865 [*]	-8.48
	东营	26.9638 [*]	20.1989 [*]	-0.8921 [*]	-21.5108 [*]	-0.0520 [*]	-0.0369 [*]	-39.2
	日照	-21.2872 ^{**}	8.2936 [*]	-0.4131 [*]	-0.0037	-0.0343	-0.0034	34.9
	潍坊	11.5526 [*]	14.9690 [*]	-0.7392 [*]	-5.0951 [*]	0.0042	-0.0892 [*]	0.14
	威海	7.5435 [*]	28.2994 [*]	-1.2740 [*]	-1.9437	-0.0034	-0.1399 [*]	-80.1
	烟台	-3.9468	37.6754 [*]	-1.7053 [*]	1.2434	-0.1749 ^{**}	-0.2607 [*]	-127
鲁中	济南	0.7941	17.8292 [*]	-0.8431 [*]	-0.1079	-0.0001	-0.0156	-18.2
	莱芜	73.1035 [*]	6.0338 ^{**}	-0.3110 ^{**}	-1.6369	0.1263 [*]	-0.0048	44.8
	临沂	-13.4253	19.6028 [*]	-1.0050 [*]	-4.2611 [*]	-0.0957 ^{**}	-0.0768 [*]	66.11
	泰安	7.6261	9.7887 [*]	-0.4947 [*]	7.2628	0.0138	0.0043	-17.3
鲁西北	淄博	13.1325 ^{**}	17.5861 [*]	-0.8150 [*]	-5.0123 [*]	0.0181	-0.0952 [*]	-19.1
	滨州	-8.3420	10.7788 [*]	-0.5394 [*]	-0.1024	-0.0131	0.0593	21.8
	德州	14.6374 ^{**}	10.7685 [*]	-0.5577 [*]	16.6228 [*]	0.4533	0.0732 [*]	19.2
鲁西南	聊城	-56.0390 [*]	2.3867	-0.1353	0.3405	0.0351	0.1250 [*]	66.11
	菏泽	-23.0311 [*]	2.7728 ^{**}	-0.1411 ^{**}	13.7063 [*]	-0.2483 [*]	0.0269	64.3
	济宁	-20.7245 ^{**}	11.6715 [*]	-0.5673 [*]	-39.2210 [*]	0.3545 ^{**}	-0.2858 [*]	18.1
	枣庄	-0.3882	12.4659 ^{**}	-0.6314 ^{**}	-5.7283 ^{**}	-0.0064	0.0593	13.90
	R-squared	0.9996	F-statistic	234.5963	AIC	-8.7928		
	R ²	.9953	Prob(F-)	0.0000	SIC	-6.0943		
时期特色		2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
		-0.0783	-0.093	-0.0946	-0.0812	-0.0298	-0.035	0.1415
								0.200

注: * 表示系数在 5% 水平上显著, ** 代表系数在 10% 水平上显著。

从划分的山东省四大区域中分别选取济南、青岛、枣庄和德州四个城市的拟合结果作为代表,结合表 4 写出模型形式:

$$\begin{aligned} REPI_{JN} &= -75.5919 - 18.2926 + PER_EFFECT + 0.794EC + 17.8292\ln GDP \\ &\quad - 0.843\ln GDPP - 0.1079DF - 0.0001\ln PD - 0.0156\ln EP + u_{JNt} \\ REPI_{QD} &= -75.5919 - 8.4887 + PER_EFFECT + 1.8408EC + 15.7829\ln GDP \\ &\quad - 0.7273\ln GDPP + 0.4387DF - 0.0736\ln PD - 0.0864\ln EP + u_{QDt} \\ REPI_{ZZ} &= -75.5919 + 13.9041 + PER_EFFECT - 0.3881EC + 12.4658\ln GDP \\ &\quad - 0.6314\ln GDPP - 5.7283DF - 0.0063\ln PD + 0.0593\ln EP + u_{ZZt} \\ REPI_{DZ} &= -75.5919 + 19.2052 + PER_EFFECT + 14.6373EC + 10.7685\ln GDP \\ &\quad - 0.5576\ln GDPP + 16.6228DF + 0.4532\ln PD + 0.0731\ln EP + u_{DZt} \end{aligned}$$

其中的 PER_EFFECT 即时间固定效应 γ_t , 例如式中的 2005 年的时期特色是 -0.0783 。

$$\begin{aligned} PER_EFFECT &= -0.0783 * @ ISPER(2005) - 0.093 * @ ISPER(2006) \\ &\quad - 0.0946 * @ ISPER(2007) - 0.0812 * @ ISPER(2008) \\ &\quad - 0.0298 * @ ISPER(2009) + 0.035 * @ ISPER(2010) \\ &\quad + 0.1415 * @ ISPER(2011) + 0.2005 * @ PER(2012) \end{aligned}$$

由表 4 可知,解释变量的估计参数在 10% 的水平上大部分显著;可决系数 R^2 为 0.99,表明模型拟合优度很高;F 统计量值 234.59,说明方程具有高度显著性;AIC 准则数值较小,说明模型拟合效果较好。具体结论如下:

其一 经济因素依然是主要的影响因素。经济规模的扩大必然带来对资源需求的扩大,以及污染物排放总量的上升,然而也可能意味着技术水平和资源集约程度的上升,山东省各地市具体情况不同,这种关系表现出显著的差异性。在鲁东和鲁中地区,除临沂和日照外,EC 的影响是积极的,经济发展已经成为影响环境质量的正向作用力;鲁西北地区、鲁西南地区,以及日照市经济发展仍处于经济增长方式由粗放型向集约型转变的艰难阶段,所以经济发展对资源环境绩效产生消极作用。

环境绩效指数与人均 GDP 成倒 U 型的曲线关系。人均 GDP 的增长会对消费结构产生巨大的影响,消费结构的变化对于资源需求会变化,同时污染排放量可能会由此变化,所以在拐点之前,随着人均 GDP 的增加,先前生产和消费结构相对合理,对资源的需求量相对较少,REPI 指数会增加,但是随着人均 GDP 的增加,必然会增加对资源的消耗和环境的污染。

其二 对外开放程度对资源环境绩效的影响存在区域差异。外商投资占地区 GDP 的比重 DF 指标,在各地区的影响性质也存在较大差异,原因在于东中西部地区经济发展不均衡,经济资源配置和协调程度不同。在改革初期,东部地区的外商投资主要集中在资源消耗性产业,对资源环境的影响呈现消极作用,其中东营对外开放程度对 REPI 指数的负向影响最大,达到 -21.5108 ,外商投资资金主要流向集中在以石油为原料的产业部门,因此,我国要采用正确的措施来引进外商投资,促进我国低碳经济发展。^[5]目前,鲁西北和鲁西南地区劳动力丰富,自然资源开发程度低,成为接纳东部高能耗、高投入、高污染产业的首选,外商投资在 REPI 指数的影响力上呈现出消极作用,这种以高耗能高污染为代价的增长方式被证明是难以持续的。^[6]

其三 人口因素的影响具有不确定性。在双固定变系数模型中 17 个地市有 10 个地区的 LNPD 系数为负,有 5 个通过了 10% 的显著性水平检验;剩下的 7 个地区的系数为正,有 1 个通过显著性检验,所以人口密度对于资源环境绩效的影响具有不确定性。从理论角度分析,人口密度的提高会增加区域生态压力,增大环境保护难度,同时,也意味着人口聚集程度高,生活水平和环保意识相应提高,有利于环境的改善,因此 LNPD 系数的正负是不确定的。^[7]

其四 政策影响存在区域的差异性。环保投资变量 LNEP 系数符号在山东省 17 地市上对资源环境绩效的影响存在很大差异,我国资源环境绩效水平在区域间存在比较明显的时空差异特征。环保投资变量 LNEP 系数符号为负代表政府通过加大污染治理投资力度会降低环境绩效指数。鲁西北和鲁西南地区基本上都是正的系数,说明在山东省经济社会发展相对比较落后的地区,政府环保支出对资源环境的改善起到积极作用。提高环保投资污染治理效率的方式是增强自主创新能力,依靠提升产业技术升级,通过增加废物循环利用和减少原材料投入来提高环保投资治理效率。^[8]

结语

本文采用固定效应变系数模型对影响环境绩效指数的因素进行面板数据回归分析,结果表明各因素对山东省各区域的资源环境绩效有不同的影响。在各区域资源环境绩效影响因素中,经济是主要影响因素;外商投资在鲁西北和鲁西南地区对区域资源环境绩效的影响呈现负的影响关系;人口因素对于区域资源环境绩效的影响具有不确定性。

各因素对区域资源环境绩效的影响存在比较明显的时空差异征,各区域应根据自身不同的实际经济、社会和资源环境状况,确定与当地经济社会发展相适应的循环经济发展模式,因地制宜制定区域特色的发展循环经济的政策方针。

参考文献:

- [1]张丹. 中国区域节能减排绩效及影响因素对比研究[D]. 湖南大学 2012.
- [2]Jeffrey M. Wooldridge. Introductory Econometrics A Modern Approach [M]. 北京: 中国人民大学出版社, 2010.
- [3]李子奈,叶阿忠. 高等计量经济学[M]. 北京: 清华大学出版社 2000.
- [4]张晓峒. EVIEWS 使用指南与案例[M]. 北京: 机械工业出版社 2007.
- [5]孙德红,李锡玲. 基于 Panel - Data 模型的 FDI 对我国低碳经济发展的影响研究[J]. 生态经济(学术版), 2013(2): 28 - 33.
- [6]汪升. 中国省际资源环境综合绩效测度[J]. 科技和产业 2013(5): 56 - 59.
- [7]李静. 中国区域环境效率的差异与影响因素研究[J]. 南方经济 2009(12): 24 - 35.
- [8]吴淑丽,昌先宇,谭竿荣. 中国环保投资废气治理效率差异及其影响因素研究——基于 29 省市面板数据的分析[J]. 统计教育 2012(2): 55 - 62.

A Study on the Influence Factors of Regional Resource Environmental Performance in Shandong Province

SHI Jing , XU Hui , PEI Haifeng

(School of Statistics ,Shandong University of Finance and Economics ,Jinan ,Shandong 250014 ,China)

Abstract: Resource and environmental problems affect the sustainable development of overall economic society in Shandong province. From the perspective of social sustainable development strategy and in view of the performance evaluation of regional resources and environment in Shandong province ,this paper makes REPI index of 17 cities in Shandong as explained variables and uses time individual fixed - coefficient model to study the resource environmental performance index and affecting factors empirically. Various factors which affect regional resource environmental performance exist obvious differences in the characteristics of space and time. Each area should set recycling economy development pattern and make policy in order to promote regional harmonious and sustainable development based on their different conditions.

Key words: Shandong province; regional economy; resource environmental performance index; varying - coefficient models

(责任编辑: 黎 芳)