

doi:10.16055/j.issn.1672-058X.2015.0009.021

生态文明建设的多水平发展模型研究*

张 敏¹, 李 勇²

(1. 云南财经大学 统计与数学学院, 昆明 650221; 2. 重庆工商大学 数学与统计学院, 重庆 400067)

摘 要:随着工业文明进程的加快,社会经济的快速发展,社会资源的过度开发,随之而来面临的是资源约束趋紧、环境污染严重、生态系统退化等严峻形势;“十八大”将“生态文明建设”提升到“五位一体”总体布局的战略高度;“十八届三中全会”重点提出建设美丽中国,深化生态文明体制改革,加快建立生态文明制度,健全国土空间开发、资源节约利用、生态环境保护的体制机制;根据统计年鉴数据关于生态环境方面具有的层次差异性,从国土空间优化度、资源节约合理度、生态环境保护度、制度建设完善度、经济发展稳定度建立多水平发展模型分别研究影响生态环境的各种因素.

关键词:生态文明建设;层次差异性;多水平发展模型

中图分类号:C812 **文献标志码:**A **文章编号:**1672-058X(2015)09-0087-06

1 绪 论

1.1 国内外研究现状及意义

对于“生态文明建设”理论研究,国内外学者进行了不少探索.兰州大学王学俭、宫长瑞(2010)在“建国以来我国生态文明建设的历程及其启示”中,回顾并总结了我国 60 年来生态文明建设的发展历程、有效经验和基本规律;荣开明(2011)在“党的十六大以来的生态文明建设思想”中,指出生态文明建设思想的主要渊源、框架和实践路径;孙亚忠、张杰华(2009)对 20 世纪 90 年代以来我国生态文明理论研究进行了述评;GAO J X 等(2010)在“Practice and Explore of Regional Ecological Civilization Construction”中以城市作为案例进行了研究.对于“生态文明建设”指标体系构建,不少专家学者进行了研究.北京大学王会、王奇和詹贤达(2012)从人类社会文明形态演替和文明具体成果形式两个角度剖析并构建了生态文明评价指标体系;上海市环境科学研究所的白杨、黄宇驰和黄沈发等(2011)对我国生态文明建设及其评估体系研究进展进行了综述性的研究;王文清(2011)从资源节约、GUO S Y(2010)建立了基于生态文明建设的水和土壤流失问题的补偿性体系研究,从环境友好、生态经济、社会和谐、生态保障等 5 个层面构建了生态文明建设评价指标体系;曹建荣、刘衍君等(2009)以山东为例,对新农村中的生态文明意识进行了调查分析与对策研究.综上所述,“生态文明建设”的测度必然会涉及定量和定性、客观和主观信息,选择一个恰当的视角和合适的方法至关重要.一个城市的空气质量监测,可以从城市监测点、区域生态环境和卫星遥感空间数据等嵌套结构进行监测获取分层数据.若按照传统技术建模,数据难以满足基本假设,并且势必丧失很多有用信息.因此多水平

收稿日期:2015-02-22;修回日期:2015-03-05.

* 基金项目:云南财经大学研究生创新基金项目(201404);云南财经大学研究生创新基金项目(2015YUFEYC029);重庆市教委人文社科重点项目(13SKH06).

作者简介:张敏(1990-),女,重庆市人,硕士研究生,从事多水平模型研究.

模型以及在生态环境中的应用,引发了国内外统计学家、环境学家和经济学家等的广泛研究.

1.2 研究理论及数据结构

1.2.1 研究理论基础

假定人均环境污染投资额的决定因素包括基期的人均环境污染投资额、投资额随时间的变化率,即初始投资水平和增长速度.设 y_{ij} 表示第 j 省份的 i 期 ($i=0,1,2,3,4$) 的人均环境投资额.

水平 1:

$$y_{ij} = \beta_{0j} + \beta_{1j}t_{ij} + e_{ij} \quad (1)$$

水平 2:

$$\beta_{0j} = \beta_0 + \mu_{0j} \quad \beta_{1j} = \beta_1 + \mu_{1j}; y_{ij} = \beta_0 + \beta_1t_{ij} + \mu_{0j} + \mu_{1j}t_{ij} + e_{ij} \quad (2)$$

其中 $\beta_0 + \beta_1t_{ij}$ 为固定效应, $\mu_{0j} + \mu_{1j}t_{ij} + e_{ij}$ 是随机效应, $e_{ij} \sim N(0, \sigma_e^2)$ 为相互独立水平 1 残差,表示随机因素对第 j 省份的第 i 期环境污染投资额影响; $\mu_{0j} \sim N(0, \sigma_{\mu_0}^2)$ 为相互独立的截距项的水平 2 残差,表示随机因素对第 j 省份的初始环境污染投资额影响; $\mu_{1j} \sim N(0, \sigma_{\mu_1}^2)$ 为相互独立的斜率项的水平 2 残差,表示随机因素对第 j 省份的环境污染投资额增长影响;不同水平残差间相互独立,即 $\text{cov}(\mu_{0j}, e_{ij}) = 0, \text{cov}(\mu_{1j}, e_{ij}) = 0$.

1.2.2 数据结构

表 1 生态文明指标

变量	组别	定义
y		人均环境污染投资(单位:元)
水平 1		
t		2010-2014 年分别用 0,1,2,3,4 表示
水平 2		
x_1	经济发展稳定度	人均 GDP
x_2	经济发展稳定度	人均可支配收入
x_3	国土资源优化度	人均水资源量
x_4	国土资源优化度	森林覆盖率
x_5	资源节约合理度	固废利用率
x_6	生态环境保护度	生活垃圾无害处理率
x_7	生态环境保护度	空气质量达到二级以上天数比率
x_8	制度建设完善度	环境保护占地区财政支出比重
x_9	经济发展稳定度	恩格尔系数
x_{10}	资源节约合理度	能源消费弹性系数

2 模型的建立及其分析

2.1 模型建立

2.1.1 完全无条件模型(空模型)

为了检验数据本身是否存在层次结构,建立没有解释变量的空模型如下:

$$y_{ij} = \beta_{0j} + e_{ij}; \beta_{0j} = \beta_0 + u_{0j} \quad (3)$$

模型的水平 1、水平 2 均没有解释变量, $e_{ij} \sim N(0, \sigma_e^2)$ 为相互独立水平 1 残差, $u_{0j} \sim N(0, \sigma_{\mu_0}^2)$ 为相互独立水平 2 残差,其中空模型为

$$y_{ij} = \beta_0 + u_{0j} + e_{ij} \tag{4}$$

模型中, $\sigma_{\mu_0}^2$ 反映了组间差异, 而 σ_e^2 反映了组内测量数据的差异. 通过软件 WLin2.32, 计算得到 $\sigma_{\mu_0}^2 = 752.310 (p < 0.000 1)$, $\sigma_e^2 = 718.911 (p < 0.000 1)$, 两者均显著, 表明了生态环境保护中初始投资显著不同, 且存在显著的个体变异, 组内相关系数 $ICC = \sigma_{\mu_0}^2 / (\sigma_{\mu_0}^2 + \sigma_e^2) = 0.511 4$, 表明约有 50% 的总变异是由研究对象即环境投资额个体间差异性引起的. 因此, 可以考虑对其建立多层次模型.

2.1.2 两水平无条件发展模型(随机系数模型)

为了初步估计环境投资额及其投资增长速度, 建立随机系数模型.

水平 1:

$$y_{ij} = \beta_{0j} + \beta_{1j}t_{ij} + e_{ij} \tag{5}$$

水平 2:

$$\beta_{0j} = \beta_0 + \mu_{0j}; \beta_{1j} = \beta_1 + \mu_{1j} \tag{6}$$

两水平无条件发展模型如下:

$$y_{ij} = \beta_0 + \beta_1t_{ij} + \mu_{0j} + \mu_{1j}t_{ij} + e_{ij} \tag{7}$$

其中固定效应参数 β_0, β_1 都是显著的 ($p < 0.000 1$) 且 $\beta_0 = 29.586, \beta_1 = 7.534$, 表明环境投资额 2010-2014 年有显著增长, 且农户人均环境投资额每年增加 7.534 元; 环境投资额总体平均初始值 (2010) 为 29.586 元. 随机效应参数 $\sigma_{\mu_0}^2 = 488.878, \sigma_{\mu_1}^2 = 61.025, \sigma_e^2 = 424.431$ 的估计非常显著 ($p < 0.000 1$), 表明发展模型的截距和斜率在个体间有明显差异, 即环境投资额随时间的变化率在不同地区具有差异. $\sigma_{\mu_{01}}^2 = 19.558 > 0$ 反映了不同地区人均环境投资额初始水平越高, 随着时间推移的增长率越高. 对比两水平发展模型与 OLS 估计结果, 固定参数部分比较接近, 但两水平发展模型 $-2\ln(\text{likelihood}) = 778.985$ 明显低于 OLS 的 $-2\ln(\text{likelihood}) = 1 470.865$, 表明两水平发展模型拟合相对较好, 如表 2 所示:

表 2 无条件两水平发展模型及 OLS 参数估计

参数	两水平发展	p	OLS	p
固定效应				
β_0	29.586(4.897)	<0.000 1	29.586(5.160)	<0.000 1
β_1	7.534(1.827)	<0.000 1	7.534(2.106)	<0.000 1
随机效应				
水平 2				
$\sigma_{\mu_0}^2$	488.878(192.515)	<0.000 1		
$\sigma_{\mu_1}^2$	61.025(27.008)	<0.000 1		
$\sigma_{\mu_{01}}^2$	19.558(52.672)	<0.000 1		
水平 1				
σ_e^2	424.431(62.242)	<0.000 1	424.435(67.086)	<0.000 1
-2ln(likelihood)	778.985		1 470.865	

2.1.3 多变量两水平条件发展模型

根据随机截距模型, 表明了环境投资额不仅初始水平因地区而异, 且随着时间的变化率也不尽相同, 反映了发展模型的截距和时间斜率在地区之间有明显差异, 但可以建立一个反映发展模型的截距和斜率与影响变量的回归模型, 有效检验并估计影响基期环境投资额的因素和影响环境投资额的增长因素, 根据多次的实验, 不断加入影响变量并删除不显著变量, 最终得到多变量两水平发展模型:

$$y_{ij} = \beta_{0j} + \beta_{1j}t_{ij} + e_{ij} \tag{8}$$

$$\beta_{0j} = \beta_0 + \beta_2 x_{1j} + \beta_3 x_{2j} + \beta_4 x_{3j} + \beta_5 x_{4j} + \beta_6 x_{5j} + \beta_7 x_{6j} + \beta_8 x_{7j} + \beta_9 x_{8j} + \beta_{10} x_{9j} + \beta_{11} x_{10j} + \mu_{0j} \beta_{1j} = \beta_1 + \beta_{12} x_{4j} t_{ij} + \beta_{13} x_{6j} t_{ij} + \beta_{14} x_{7j} t_{ij} + \beta_{15} x_{9j} t_{ij} + \beta_{16} x_{10j} t_{ij} + \mu_{1j} \quad (9)$$

影响基期环境投资额有 10 个因素,影响环境投资额增长因素有 5 个因素,从表 3 可以看出,多变量两水平发展模型式(8)(9)与随机系数模型式(5)(6)比较,似然比统计量差为 35.429,大于 24.996,其中 $\chi^2_{0.05}(15) = 24.996$,模型整体模拟较好;再从多变量发展模型与最小二乘估计比较,多变量发展模型参数估计基本都显著,而最小二乘估计有些参数不显著,多变量发展模型似然比统计量也相对较小.表明了两水平发展模型模拟较好.

表 3 随机截距-斜率发展模型参数 MLE、OLS 估计

参数	两水平发展	p	OLS	p
固定效应				
β_0	66.221(43.126)	<0.000 1	83.342(71.653)	0.024 8
β_1	75.136(48.298)	<0.000 1	89.182(22.131)	0.031 2
x_{1j}	0.5(0.4)	<0.000 1	0.15(0.03)	<0.000 1
x_{2j}	-0.2(0.1)	<0.000 1	-0.5(0.1)	<0.000 1
x_{3j}	-0.5(0.2)	<0.000 1	-0.5(0.6)	0.082 5
x_{4j}	51.005(29.839)	<0.000 1	34.247(34.540)	0.094 4
x_{5j}	23.081(21.520)	<0.000 1	7.249(18.548)	0.096 5
x_{6j}	19.007(20.289)	<0.000 1	16.657(23.235)	0.074 7
x_{7j}	87.183(55.934)	<0.000 1	64.777(70.111)	0.057 1
x_{8j}	97.060(77.699)	<0.000 1	41.394(34.102)	0.043 5
x_{9j}	34.460(28.331)	<0.000 1	49.091(58.742)	0.018 5
x_{10j}	19.310(20.035)	<0.000 1	16.614(35.092)	0.063 6
$x_{4j} t_{ij}$	13.911(10.538)	<0.000 1	11.893(11.740)	0.012 8
$x_{6j} t_{ij}$	13.997(7.911)	<0.000 1	9.085(8.651)	0.095 4
$x_{7j} t_{ij}$	46.546(23.800)	<0.000 1	70.695(36.514)	0.054 9
$x_{9j} t_{ij}$	28.30(15.444)	<0.000 1	27.606(21.170)	0.031 1
$x_{10j} t_{ij}$	16.776(15.668)	<0.000 1	15.556(14.886)	0.036 7
随机效应				
水平 2				
$\sigma_{\mu 0}^2$	305.486(121.106)	<0.000 1		
$\sigma_{\mu 1}^2$	59.267(22.276)	<0.000 1		
$\sigma_{\mu 01}^2$	46.347(37.919)	<0.000 1		
水平 1				
σ_e^2	270.183(139.623)		276.186(128.678)	
-2ln(likelihood)	743.556		1 408.825	

2.2 结论分析

2.2.1 环境初始投资额影响因素

人均 GDP、人均可支配收入、人均水资源量、森林覆盖率、固废利用率、生活垃圾无害处理率、空气质量达到二级以上天数比率、环境保护占地区财政支出比重、恩格尔系数、能源消费弹性系数各个参数都显著,

表明经济发展、国土资源、资源节约、生态环境保护、制度建设都影响环境基期投资额。

人均可支配收入、人均水资源量的系数为负,表明了人均收入越高,环境投资反而越低;人均水资源越丰富,环境投资额越少,水资源是减少环境投资的重要源泉。人均GDP、森林覆盖率、固废利用率、生活垃圾无害处理率、空气质量达到二级以上天数比率、环境保护占地区财政支出比重、恩格尔系数、能源消费弹性系数为正,表明经济发展越稳定,环境投资额越多;国土资源越优化,环境投资额越多;生态环境保护强度越大,环境投资额越多;制度建设越完善,环境投资额需求越多。

2.2.2 环境投资额增长速度影响因素

森林覆盖率、生活垃圾无害处理率、空气质量达到二级以上天数比率、恩格尔系数、能源消费弹性系数参数显著,表明经济发展、国土资源、资源节约、生态保护影响环境投资额增长速度。各个影响因素系数为正,表明了经济发展越稳定,环境投资额增长越快;生态环境保护度越强,环境投资额增长需求越快;国土资源越优化,投资增长速度越迅速。

3 对策与建议

保障经济可持续发展,强化生态系统建设与修复,最终实现社会效益和生态效益双赢,加强生态经济建设即生态效益和经济效益的协调性建设。生态经济是随着生态失衡以及社会发展而形成的一种崭新的经济发展模式,经济发展是生态文明的物质基础,是推进生态文明建设前进动力。建设节约型基础设施,提高国土资源优化度,提高资源利用效率,强化资源节约合理度。资源是我国经济社会发展的基础,土地、水、能源、矿产、森林等资源是生态文明建设基础。我国经济快速发展的同时带来了生态经济不协调的负面影响,更应该转变资源利用方式,节约集约利用资源,大幅降低能源水土等消耗强度,大力发展绿色经济、循环经济和低碳经济,形成节约资源保护环境空间格局。

加强生态文明教育,树立生态道德意识,完善生态建设制度。首先,我国的生态管理是典型的事后管制模式即先污染后补救,主要是利用行政力量管理,这种方式已经不符合生态文明建设需求。从空间维度来看,应该共同承担治理任务,明确各级治理责任;从时间维度来看,生态治理贯穿于全过程,使治理活动根植于经济发展中。其次,全民强化生态治理,促进环境保护,积极参与生态文明建设新局面。最后,完善生态建设制度,促进环境保护制度、循环经济发展、民众生活方式进步。

参考文献:

- [1] 周宏春.关于生态文明建设的几点思考[J].中共中央党校学报,2013(3):58-61
- [2] 石磊,向其凤,陈飞.多水平模型及其在经济领域中的应用[M].北京:科学出版社,2013
- [3] 石磊.多水平模型及其统计诊断[M].北京:科学出版社,2008
- [4] 王济川,谢海义,姜宝法.多层统计分析模型:方法与应用[M].北京:高等教育出版社,2008
- [5] 郭志刚.多层线性模型:应用于数据分析方法[M].北京:社会科学文献出版社,2007
- [6] 张敏.重庆市社会发展水平模糊灰色综合评价及预测分析[J].重庆工商大学学报:自然科学版,2013(11):78-84
- [7] 张敏,李勇.基于灰色模糊的重庆市社会发展水平趋势分析[J].调查与分析,2013(4):88-95
- [8] 李勇,周学馨.基于模糊灰色统计的生态文明建设综合评价研究[J].重庆工商大学学报:自然科学版,2013(3):35-38
- [9] 李勇.基于灰色理论的线性回归模型的参数理论及应用[J].数理统计与管理,2012(3):440-446
- [10] 刘湘溶.我国生态文明发展战略研究[M].北京:人民出版社,2013
- [11] 中央文明办.全国城市文明程度指数测评体系[M].北京:人民出版社,2012

Research on the Multi-level Development Model of Ecological Civilization Construction

ZHNAG Min¹, LI Yong²

(1.School of Statistics and Mathematics, Yunnan University of Finance and Economics, Kunming 650221, China;
2. School of Mathematics and Statistics, Chongqing Technology and Business University, Chongqing 400067, China)

Abstract: With the acceleration of industrial civilization process, rapid development of social economy and overexploitation of social resources, the situation of tight resource restriction, serious environmental pollution and ecosystem degradation. Ecological civilization construction is promoted to strategy of Five-in-one overall layout at 18th Party Congress. 18th Party Congress addresses Beautiful China construction, ecological civilization system reform, ecological civilization system construction, national spatial development, resource conservation and utilization and improved mechanism of ecological environment protection. According to the level differentiation of statistical yearbook data on ecological environment, this paper constructs multi-level development model to study all kinds of factors influencing the levels of national spatial optimization, resource conservation, ecological environment protection, institutional improvement, economic development stability.

Key words: ecological civilization construction; level differentiation; multi-level development model

(上接第 80 页)

- [6] 金菊良, 丁晶, 魏一鸣. 基于遗传算法的门限自回归模型在浅层地下水位预测中的应用[J]. 水利学报, 1999(6):51-55
- [7] 刘希梅, 孙少华, 么慧慧, 等. 基于三角模糊层次分析法的教学质量评价研究[J]. 重庆工商大学学报:自然科学版, 2013, 30(8):45-49
- [8] 汪应洛. 系统工程[M]. 北京: 机械工业出版社, 2008

Combination forecasting of the employment confidence index of college student by AHP method

ZHOU Runjuan, CAI Jinping, HU Changxin

(College of Electrical Engineering, Anhui Polytechnic University, Wuhu 241000, China)

Abstract: Employment Confidence Index of college student (ECI) can be used as a reference to assist the university administrators to formulate work plans and cope with the current employment situation. So, the most accurate forecasting results are needed, which is directly related to the effect of policy formulation and implementation. In order to solve this problem, the advantages and disadvantages of the model of threshold autoregression (TAR), back propagation (BP) and Gray model was analyzed. According to analysis result, we proposal a Combined Forecast model based on the Analytic Hierarchy Process (CF-AHP), in which AHP is used to determinate the weight of each single model. The forecast results show that the performance of CF-AHP has a good behavior to other three models, which can be used as an important reference for the university development of relevant policies.

Abstract: employment of college students; confidence index; combination forecasting; AHP