

文章编号: 1000-5862(2017)03-0265-06

城市生态文明建设的评价指标体系构建及综合评价研究 ——基于江西省11个地级市的实证分析

徐 晔 魏 茹 湛艳芳

(江西财经大学统计学院 江西省经济预测与决策研究中心 江西 南昌 330013)

摘要: 基于生态经济、生态环境、生态文化、生态制度及生态人居5维度,构建了内涵更丰富的生态文明建设评价指标体系。以江西省11个地级市为研究对象,结合层次分析法与TOPSIS法,对江西省生态文明建设及其5维度进行综合评价。结果显示:江西省生态文明建设5维度的水平都较低,在其发展过程中都存在产业结构调整、节能减排、环保投资、人民生活等多方面问题;江西省生态文明建设的5维度之间的发展状况存在一定程度的不协调性,且其中生态人居建设与其他4维度之间的矛盾表现都最为显著。

关键词: 生态文明建设; 指标体系构建; 综合评价; 江西省

中图分类号: F 299.27 **文献标志码:** A **DOI:** 10.16357/j.cnki.issn1000-5862.2017.03.10

0 引言

随着全球经济与环境矛盾的日益尖锐化,可持续发展与生态文明建设逐渐成为人们关注的重点。在我国,自十八届五中全会召开以来,增强生态文明建设首度被写入国家五年规划,生态文明建设及其评价指标体系也再度成为学者们研究的重点。2008年7月,中央编译局发布的中国首个生态文明建设(城镇)指标体系包括资源节约、生态安全、环境友好和制度保障4个子系统,共包含30项具体评价指标。

除了国家政府机关提出的生态文明建设指标体系,许多学者也根据研究对象的特点提出了不同的评价体系。1993年,经济合作与发展组织和联合国环境规划署基于“原因-效应-响应”这一思维建立了“压力-状态-响应”(PSR)模型。随后联合国可持续发展委员会对PSR模型加以扩展,构建了“驱动-状态-响应”(DSR)模型^[1]。联合国统计局以及英国、美国等政府在DSR概念框架下建立了各自的可持续发展评价指数^[2-3],至今这些评价指标体系仍在被广泛使用。陈晓丹等^[4-5]以北上广深为研究对象,构建包含生态经济、生态环境、生态文化和生态制度等4个准则层的指标体系,发现深圳市的生态文明建设综合评价指数最高。张欢等^[6]以武汉市为研究对象,建立了包含生态环境健康度、资源环境消耗强度、面源污染治理效率和居民生活宜居度等4方面

的指标体系来对生态文明建设进行评价。

诸多学者也对我国生态文明建设展开了不同研究。张玲等^[7]以全国为研究对象,将2003—2010年的生态文明建设绩效进行对比,研究中国生态文明建设的发展历程;袁晓玲等^[8-9]采用泰尔指数、熵权TOPSIS法和协调度结构的耦合协调度模型等对中国省域生态文明建设进行评价与比较分析。聚焦于江西省生态文明建设的文献,大多数是以11个地级市为对象展开研究的。占少贵等^[10-11]采用熵权法、层次分析法和线性加权综合得分模型计算各地级市综合得分,得出赣中、赣东、赣西、赣北、赣南得分依次递减的结论;陈胜东等^[12]从经济、环境、人居、制度、文化等5大领域出发构建评价指标体系,采用专家打分法和层次分析法赋予权重,对各市县的生态文明建设进行评价。

现有研究无论是从指标体系的构建还是对生态文明建设的评价来说,均存在不足,主要表现在:1)当前生态文明建设评价指标体系包含的指标,大多主观性较强,且分类的涵盖面不广;2)当前研究多是仅从不同地区的横向比较或者时间上的纵向比较来分析生态文明建设状况,缺乏横纵向交叉的结果分析;3)当前的研究并未从单个建设领域发展的视角来进行探讨。基于此,本文拟从江西省及各地级市的实际情况出发,构建可信度更高、内容更加丰富的生态文明建设评价指标体系,从而开展对江西省生态文明建设的进一步研究,并对评价结果进行横纵向交叉比较,以期对江西省生态文明建设的进一步发展提供政策建议。

收稿日期: 2016-11-20

基金项目: 国家自然科学基金(41461025)和江西省生态文明制度建设协同创新中心重大招标课题(2016013)资助项目。

作者简介: 徐 晔(1962-),女,江西南昌人,教授,博士生导师,主要从事数量经济研究。E-mail: xuye_525@163.com

1 生态文明指标体系的构建及数据处理

1.1 指标体系构建

本文在指标选取上,借鉴了秦伟山等^[13-14]的研究成果,结合江西省当前的经济、环境现状,综合考

虑了数据的客观性与可获取性,以及评价指标的科学性、系统性、可操作性和综合性原则.从生态经济、生态环境、生态文化、生态制度和生态人居等5维度出发,设计了包含13个2级指标、33个3级指标的江西省生态文明建设评价指标体系,如表1所示.

表1 江西省城市生态文明建设指标体系

目标层	准则层 A	要素层 B	指标层 X	指标属性
城市生态文明建设水平	生态经济 A ₁	经济水平 B ₁	人均 GDP X ₁ /元	正向指标
			城乡居民人均可支配收入比 X ₂	负向指标
		产业结构 B ₂	第三产业增加值占 GDP 比例 X ₃ /%	正向指标
			高新技术产品产值占 GDP 比例 X ₄ /%	正向指标
		循环经济 B ₃	工业用水重复率 X ₅ /%	正向指标
			工业固体废物综合利用率 X ₆ /%	正向指标
			三废综合利用产品产值占 GDP 比例 X ₇ /%	正向指标
	生态环境 A ₂	自然基础 B ₄	人均耕地面积 X ₈ /m ²	正向指标
			森林覆盖率 X ₉ /%	正向指标
			人均淡水资源量 X ₁₀ /m ²	正向指标
			人口密度 X ₁₁ /(人·km ⁻²)	负向指标
		资源节约 B ₅	单位 GDP 能耗 X ₁₂ /(tce/万元)	负向指标
			单位 GDP 水耗 X ₁₃ /(m ³ /万元)	负向指标
		环境保护 B ₆	城镇污水实际处理能力 X ₁₄ /万 t	正向指标
			生活垃圾实际处理量 X ₁₅ /万 t	正向指标
			单位 GDP 的 SO ₂ 排放强度 X ₁₆ /(kg/万元)	负向指标
			单位 GDP 的 NO _x 排放强度 X ₁₇ /(kg/万元)	负向指标
			单位 GDP 的 COD 排放强度 X ₁₈ /(kg/万元)	负向指标
		生态教育 B ₇	教育财政支出占财政支出比例 X ₁₉ /%	正向指标
			每百人公共图书馆藏书量 X ₂₀ /册	正向指标
	生态文化 A ₃	生态投资 B ₈	R&D 占 GDP 的比例 X ₂₁ /%	正向指标
			环保投资占 GDP 的比例 X ₂₂ /%	正向指标
		生态意识 B ₉	人均用电量 X ₂₃ /kWh	负向指标
	生态制度 A ₄	政府投入 B ₁₀	生态环保投入占财政支出比例 X ₂₄ /%	正向指标
			万人拥有公交车辆 X ₂₅ /辆	正向指标
		生活水平 B ₁₁	人均公共绿地面积 X ₂₆ /(m ² /万人)	正向指标
			恩格尔系数 X ₂₇ /%	负向指标
	生态人居 A ₅	环境质量 B ₁₂	千人拥有卫生技术人员数 X ₂₈ /人	正向指标
			空气质量指数优良达标率 X ₂₉ /%	正向指标
			空气质量指标 PM ₁₀ X ₃₀ /(mg·m ⁻³)	负向指标
			空气质量指标 SO ₂ 含量 X ₃₁ /(mg·m ⁻³)	负向指标
		生态安全 B ₁₃	道路交通噪声监测 X ₃₂ /dB	负向指标
			水功能区水质达标率 X ₃₃ /%	正向指标

注: 其中缺失数据来源于网页信息或由该地级市在其他年份值的平均值来替代.

1.2 数据来源与处理

基本数据来源于《江西省统计年鉴》、《江西省环境统计年报》、《江西省环境状况公报》、《中国城市统计年鉴》、《江西省高新技术产业统计快报》、《地级市国民经济和社会发展统计公报》、《江西省水资源公报》.

为避免数据间因数量级的差别而对实证结果产生影响,先对决策矩阵中的原始数据进行规范化处理,采用公式为

$$n_{ij} = x_{ij} / \sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2} (i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n),$$

其中 x_{ij} 为决策矩阵的第 i 行第 j 列元素.

2 研究方法

2.1 层次分析法

层次分析法(Analytical Hierarchy Process,简称AHP)是美国运筹学家 L. Saaty 于 20 世纪 70 年代提出来的,该方法是将 1 个复杂的多目标决策看做 1 个系统,并将目标分为多个目标或者准则细分为多指标层次,在决策过程进行层次化、数量化计算出指标权重以及总排序,它是一种多指标、多方案的优化决策方法^[15]。

首先,对城市生态文明各层次各指标构造两两判断矩阵,记为

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \cdots & a_{nn} \end{bmatrix},$$

其中 a_{ij} 表示在评价某 2 项指标时,第 i 个指标对第 j 个指标的相对重要性比值,学术界普遍采用 1~9 标度法表示(见表 2)。 a_{ij} 的取值从 9 到 1 依次代表在评价某 2 项指标时 i 指标较 j 指标的重要性从极端重要到极端不重要。

表 2 判断矩阵标度及其描述

相对重要程度	重要性等级
1	元素 i 和元素 j 同等重要
3	元素 i 比元素 j 略微重要
5	元素 i 比元素 j 相当重要
7	元素 i 比元素 j 明显重要
9	元素 i 比元素 j 极端重要
2, 4, 6, 8	元素 i 与元素 j 的重要性介于 $2n-1$ 和 $2n+1$ 之间

然后,对判断矩阵 $A = (a_{ij})_{n \times n}$,可以通过公式 $AW = \lambda_{\max} W$ 求出最大特征值 λ_{\max} 以及其对应的特征向量 $W = (w_1, w_2, \cdots, w_n)^T$,特征向量的分量 w_i 为指标的权重。

最后,为保证判断矩阵排序结果的可信度和准确性,需对判断矩阵进行一致性检验。学术界通常采用检验系数 C_R 来判断矩阵的一致性。一般认为,当 $C_R < 0.1$ 时,判断矩阵具有满意的一致性,否则需要重新调整判断矩阵的元素取值。其具体公式为 $C_R = C_I/R_I$,其中 $C_I = (\lambda_{\max} - n)/(n - 1)$, R_I 为平均随机一致性指标。

2.2 TOPSIS 法

TOPSIS 法(Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution,逼近理想解法)是在 1981

年由 C. L. Hwang 等首次提出,其是指逼近于理想解的技术。该方法通过测算评价对象与“正理想解(positive ideal solution)”和“负理想解(negative ideal solution)”的接近程度,对各个评价单元进行相对的优劣排序,它是多目标决策分析中一种有效的方法^[16]。

对 n 个评价单元、 m 个评价指标的综合评价问题,先构造规范化的决策矩阵 C ,继而在层次分析法的基础上构造加权的规范化决策矩阵 V 为

$$C = \begin{bmatrix} c_{11} & c_{12} & \cdots & c_{1n} \\ c_{21} & c_{22} & \cdots & c_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ c_{n1} & c_{n2} & \cdots & c_{nn} \end{bmatrix}, V = \begin{bmatrix} v_{11} & v_{12} & \cdots & v_{1n} \\ v_{21} & v_{22} & \cdots & v_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ v_{n1} & v_{n2} & \cdots & v_{nn} \end{bmatrix},$$

其中 $v_{ij} = w_j c_{ij}$, w_j 为所确立的权重($i = 1, 2, \cdots, n$, $j = 1, 2, \cdots, m$)。接下来,计算正、负理想解 d_i^+ 和 d_i^- 之间的分离度。最后,计算各评价对象的评价指数(即评价对象与理想解的相对接近度),这里 r_i^* 的值为评价对象的最终得分,并根据得分对评价对象进行排序,其中

$$d_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^+)^2}, d_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^-)^2},$$
$$r_i^* = \frac{d_i^-}{d_i^+ + d_i^-} (i = 1, 2, \cdots, m).$$

3 实证结果与分析

由于江西省限制开发区的面积所占比例较高,大约达到省内国有总面积的 75%,但限制开发区所占国土面积较大的地级市的居民生活水平在全省都较差。因而,基于陈胜东等^[12]的 1 级指标赋权结果,将生态经济与生态环境赋以同为 25% 的权重,而生态文化、生态制度和生态人居则分别赋以 12.5%、17.5% 和 20.0% 的权重。基于层次分析法所得的权重,运用 TOPSIS 法,计算出江西省 11 个地级市在生态文明建设及其 5 维度下的得分如表 3 所示。

3.1 生态文明建设的纵向结果及分析

纵观江西省生态文明建设的 5 维度,11 个地级市的生态经济建设水平较低且变动极小,其中萍乡市等 7 个地级市在近 5 年内基本没有变化,而宜春市、景德镇市有略微提高的趋势,唯有赣北的南昌市和九江市在逐步适应新常态下增速放缓的经济发展模式,5 年内生态经济发展水平稍有下降;得益于优异的外部条件,全省经济水平排名靠前的南昌市和鹰潭市在生态环境建设中的表现也比较突出,且相对比较稳定。赣东的新余

市和萍乡市排名在全省最后,而九江市和上饶市在近 5 年则波动较大,且呈现出下降的趋势;由于我国不稳定的经济发展形势,江西省发展过程中一直未能寻到“五位一体”协调发展的平衡点,其突出表现在生态文化、生态制度和生态人居 3 个方面。除个别几个地级市,省内大部分地区都波动较大,表现最为突兀的则是新余市的生态人居水平,从 2011 年的第 7 上升到 2012 年的首位,稳定一年之后又从 2013 年的榜首降为全省倒数第 2。

3.2 生态文明建设的横向结果及分析

在生态文明建设上,江西省存在严重的地区差距问题,省内经济较发达的南昌、鹰潭、景德镇以及新余 4 市的综合评价结果较好(见图 1),其各方面均存在发展

不平衡的问题。同处江西省北部的 2 个地级市,南昌市位居全省首位,而九江市却排在全省第 8。在赣东、赣西和赣南地区也有同样的现象。从横向看,在生态经济和生态环境方面,江西省的省会南昌市在全省 11 个地级市中都名列前茅,且比排在最后的地级市高出许多;生态经济水平全省第 1 的新余市得分达到排名最后的上饶市的近 5.0 倍,而在生态环境方面,排名首位的南昌市则更是达到末位萍乡市的 8.8 倍;生态文化、生态制度和生态人居同为“五位一体”协同发展不可或缺的 3 大组成部分,其中生态文化在地区间的差距表现最为明显;生态制度得分的极差虽然比较大,但各地级市间的差距则不是特别大;而全省生态人居建设水平则相对较高,且地区间差距也较小。

表 3 江西省 11 个地级市在各年的得分情况

维度	时间	南昌	景德镇	萍乡	九江	新余	鹰潭	赣州	吉安	宜春	抚州	上饶
生态经济	2010	0.478	0.409	0.367	0.231	0.617	0.616	0.197	0.210	0.213	0.220	0.134
	2011	0.451	0.427	0.258	0.226	0.595	0.581	0.169	0.196	0.221	0.207	0.122
	2012	0.461	0.436	0.403	0.218	0.606	0.623	0.173	0.203	0.230	0.211	0.141
	2013	0.448	0.518	0.406	0.230	0.626	0.608	0.163	0.192	0.269	0.211	0.141
	2014	0.423	0.504	0.398	0.222	0.595	0.591	0.164	0.185	0.223	0.205	0.127
生态环境	2010	0.764	0.362	0.061	0.320	0.176	0.314	0.602	0.203	0.237	0.372	0.514
	2011	0.753	0.409	0.095	0.645	0.196	0.422	0.612	0.279	0.202	0.603	0.346
	2012	0.728	0.427	0.093	0.628	0.223	0.453	0.631	0.297	0.256	0.647	0.371
	2013	0.578	0.330	0.069	0.225	0.150	0.357	0.525	0.278	0.197	0.324	0.744
	2014	0.771	0.399	0.091	0.306	0.201	0.421	0.690	0.379	0.569	0.439	0.389
生态文化	2010	0.472	0.408	0.327	0.360	0.304	0.729	0.517	0.474	0.431	0.399	0.514
	2011	0.351	0.328	0.249	0.307	0.145	0.533	0.429	0.310	0.322	0.341	0.591
	2012	0.403	0.326	0.306	0.329	0.377	0.735	0.442	0.361	0.315	0.340	0.335
	2013	0.367	0.312	0.221	0.272	0.363	0.758	0.371	0.328	0.273	0.300	0.366
	2014	0.362	0.279	0.252	0.361	0.247	0.362	0.689	0.854	0.382	0.357	0.510
生态制度	2010	0.329	0.562	0.151	0.257	0.483	0.538	0.342	0.227	0.196	0.073	0.348
	2011	0.343	0.386	0.147	0.281	0.339	0.463	0.357	0.054	0.204	0.124	0.634
	2012	0.427	0.378	0.313	0.297	0.637	0.698	0.328	0.166	0.219	0.128	0.175
	2013	0.442	0.373	0.144	0.249	0.627	0.724	0.224	0.122	0.195	0.055	0.235
	2014	0.535	0.444	0.137	0.321	0.582	0.372	0.432	0.541	0.269	0.079	0.309
生态人居	2010	0.356	0.636	0.624	0.567	0.624	0.591	0.581	0.612	0.712	0.623	0.457
	2011	0.381	0.559	0.641	0.570	0.572	0.646	0.668	0.647	0.704	0.680	0.422
	2012	0.388	0.584	0.565	0.545	0.739	0.407	0.712	0.631	0.712	0.647	0.383
	2013	0.819	0.830	0.224	0.840	0.903	0.884	0.852	0.865	0.868	0.850	0.857
	2014	0.524	0.725	0.431	0.339	0.361	0.511	0.432	0.631	0.506	0.670	0.414
综合得分	2010	0.714	0.554	0.262	0.331	0.510	0.615	0.534	0.252	0.283	0.333	0.450
	2011	0.669	0.549	0.289	0.502	0.498	0.690	0.505	0.238	0.270	0.440	0.470
	2012	0.649	0.509	0.321	0.457	0.586	0.720	0.472	0.243	0.264	0.436	0.238
	2013	0.649	0.508	0.233	0.296	0.529	0.683	0.445	0.292	0.288	0.307	0.532
	2014	0.707	0.582	0.281	0.289	0.509	0.597	0.539	0.483	0.457	0.363	0.326

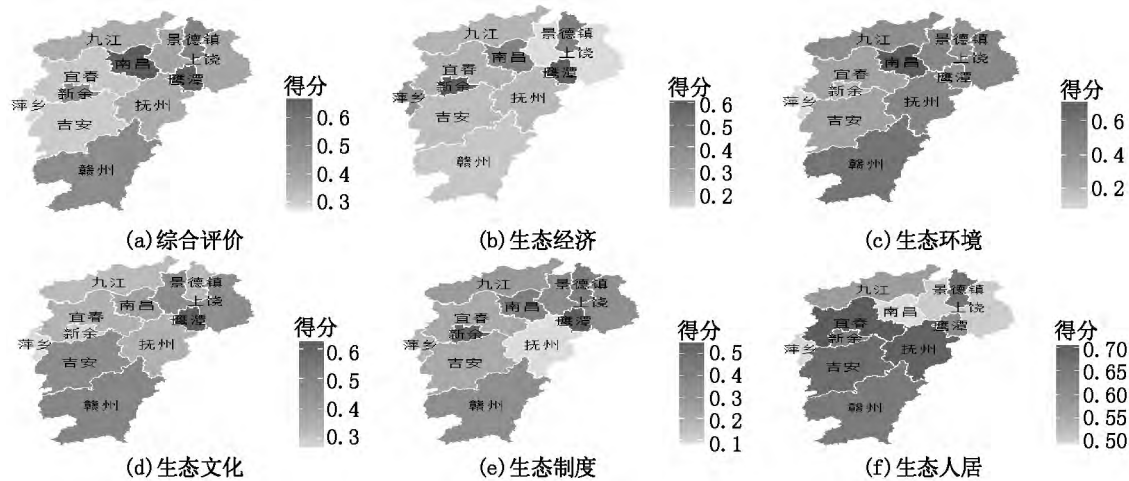


图1 江西省生态文明建设地区得分分布图

4 结论与建议

江西省生态文明建设5维度的水平均较低,在其逐步发展的过程中都存在产业结构调整、节能减排、环保投资、人民生活等许多方面问题.纵观江西省经济社会发展的宏观方向,问题突出表现在经济产业结构不合理、人均资源拥有量匮乏、环保及创新投入不足、生态保障制度尚不够完善、居民生态保护意识比较淡薄.江西省的生态文明建设5维度之间的发展还存在较严重的不协调性,其中生态人居建设与其他4维度之间的矛盾表现都最为显著,其余4维度之间也都存在一定的不协调性,生态文明建设与其5维度的发展尚未能统一于“五位一体”的生态城市规划建设和管理之中.

推进生态文明建设,江西省应坚持生态经济、生态环境、生态文化、生态制度和生态人居的“五位一体”并重,经济发展与环境保护并行的原则不动摇,因地制宜,扬长补短,充分认识到江西省经济发展水平落后和省内地区间经济与人居发展不协调的现状,深入了解“市情”,凭借各自的支柱产业、利用自身地理优势把江西省经济做强,也应恪守环境保护的职责,为省内人民建立一个良好的生态环境.在新时期的经济发展新常态下,全省应全力发展绿色经济,做到一切发展均以不破坏生态环境为前提.

5 参考文献

[1] Farsari Y ,Prastacos P. Sustainable development indica-

tors: an overview [J]. Foundation for the Research and Technology Hellas 2002 24: 197-208.

[2] Ahamer G ,Mayer J. Institutional reorganisation can be inspired by forward-looking information systems [J]. Campus-Wide Information Systems 2014 31(2/3): 153-170.

[3] Wu Jianguo ,Wu Tong. Sustainability indicators and indices: an Overview [M]. London: Imperial College Press , 2012: 65-86.

[4] 陈晓丹,车秀珍,杨顺顺,等.经济发达城市生态文明建设评价方法研究[J].生态经济 2012 28(7): 52-56.

[5] 蓝庆新,彭一然,冯科.城市生态文明建设评价指标体系构建及评价方法研究:基于北上广深四城市的实证分析[J].财经问题研究 2013(9): 98-106.

[6] 张欢,成金华,冯银,等.特大型城市生态文明建设评价指标体系及应用:以武汉市为例[J].生态学报 2015 , 35(2): 547-556.

[7] 张玲,杨加猛,张智光.中国生态文明建设绩效的统计评价[J].统计与决策 2013(23): 19-21.

[8] 袁晓玲,景行军,李政大.中国生态文明及其区域差异研究:基于强可持续视角[J].审计与经济研究 2016 (1): 92-101.

[9] 宓泽锋,曾刚,尚勇敏,等.中国省域生态文明建设评价方法及空间格局演变[J].经济地理 2016 36(4): 15-21.

[10] 占少贵,傅春,陈建军.城市生态文明建设综合评价:以江西11个地级市为例[J].企业经济 2014(12): 123-126.

[11] 刘耀彬,柯鹏.江西省生态文明建设水平评价及优化路径分析[J].生态经济 2015 31(4): 174-180.

[12] 陈胜东,孔凡斌.江西省生态文明建设评价体系研究:指标体系和评价方法[J].鄱阳湖学刊 2015(4): 39-

- 52.
- [13] 秦伟山,张义丰,袁境. 生态文明城市评价指标体系与水平测度 [J]. 资源科学 2013 35(8):1677-1684.
- [14] 王家贵. 试论“生态文明城市”建设及其评估指标体系 [J]. 城市发展研究 2012 21(9):14-16.
- [15] 王莲芬,许树植. 层次分析法引论 [M]. 北京:中国人民大学出版社,1990:113-119.
- [16] 陈西蕊,张蓉珍. TOPSIS 法在区域生态安全动态评价中的应用:以陕西省为例 [J]. 西北农林科技大学学报:自然科学版 2011 39(7):177-184.

The Study on Evaluation Index System Establishment and Comprehensive Evaluation in City's Ecological Civilization Construction

——Based on the Eleven Cities in Jiangxi

XU Ye ,WEI Ru ,CHEN Yanfang

(School of Statistics ,Jiangxi Economic Forecasting and Decision-Making Research Center ,
Jiangxi University of Finance and Economics ,Nanchang Jiangxi 330013 ,China)

Abstract: Based on five dimensions(eco-economy ,eco-environment ,eco-culture ,eco-institution ,eco-habitat) ,a new evaluation index system in ecological civilization construction is established ,which contains much richer connotations. Targeted Jiangxi province and its cities ,AHP analysis method and TOPSIS method are integrated to evaluate both ecological civilization construction and its five dimensions comprehensively in Jiangxi province. The conclusions indicate that five dimensions of ecological civilization construction in Jiangxi province are in a pretty low level ,and there are various problems in economic development ,industrial restructuring ,energy conservation and emission reduction ,investment in environmental protection ,people's life and so on ,when accelerating its construction. There are certain degree of incompatibilities in the progress between Jiangxi's ecological civilization construction and its five dimensions ,and according to the ranking ,the construction of eco-habitat has a most distinct contradiction with other dimensions.

Key words: ecological civilization construction; construction of index system; comprehensive evaluation; Jiangxi province

(责任编辑:曾剑锋)