

DOI: 10.5846/stxb201511302398

马勇, 黄智洵. 长江中游城市群生态文明水平测度及时空演变. 生态学报, 2016, 36(23): 7778-7791.

Ma Y, Huang Z X. Research on the state and spatiotemporal evolution of ecological civilization in the urban agglomeration on the middle reaches of the Yangtze River. Acta Ecologica Sinica, 2016, 36(23): 7778-7791.

长江中游城市群生态文明水平测度及时空演变

马 勇*, 黄智洵

湖北大学旅游发展研究院, 武汉 430062

摘要: 长江中游城市群在我国区域发展格局中占有重要地位, 必须以生态文明为理念进行城市群的建设。使用熵权 TOPSIS 综合评价法测度长江中游城市群 2009 至 2013 年的生态文明水平; 利用环境库兹涅茨曲线理论和障碍度模型解析城市群生态文明差异化格局的成因和重要影响因子; 运用空间全局自相关方法分析城市群整体生态文明水平的空间聚集程度; 借助 Jenks 自然最佳断裂点法对各地区生态文明状况进行聚类可视化分析。研究表现: (1) 人均国内生产总值、人均居民社会消费品零售额、服务业增加值占 GDP 比重、人均水资源总量、城镇居民年人均可支配收入为 5 大影响长江中游城市群生态文明水平的重要因素。(2) 武汉城市圈中武汉市生态文明水平颇佳, 周边城市围绕武汉市呈圈层低值分布, “中心-外围”模式明显; 环长株潭城市群展现长沙、株洲双核模式, 一定程度上带动临近城市进行生态文明建设, 但与相隔较远城市极化现象严重; 环鄱阳湖城市群各地市间生态文明差异较小, 5 年来生态文明水平进步明显。(3) 2009 至 2013 年长江中游城市群生态文明聚类特征由微弱的负相关向微弱的正相关演变, 并于 2012 年呈现出较强的集聚倾向。(4) 襄阳市、宜昌市生态文明水平逐年下降, 由生态文明库兹涅茨曲线的上方跌落至曲线下方, 经济刺激对生态文明贡献偏低, 九江市生态文明水平的保持与连续性较弱, 波动性较大。

关键词: 生态文明; 时空演变; 熵权; TOPSIS; 障碍度模型; 空间自相关; 城市群; 长江

Research on the state and spatiotemporal evolution of ecological civilization in the urban agglomeration on the middle reaches of the Yangtze River

MA Yong*, HUANG Zhixun

Academy of Tourism Development Hubei University, Wuhan 430062, China

Abstract: With the rapid development of the global economy, the contradiction between economic development and environmental degradation becomes increasingly severe. People have started to realize the importance of environmental protection during the course of economic development. The urban agglomeration on the middle reach of the Yangtze River occupies an important place in China's regional development, and it belongs to a key zone in territorial development. Development of the urban agglomeration must adhere to the concept and principles of ecological civilization. This article evaluates the state of ecological civilization in the urban agglomeration on the middle reaches of the Yangtze River between 2009 and 2013, using a combined entropy weight and TOPSIS method. This article analyzes the cause and key factors that make ecological civilization vary by using an Environmental Kuznets Curve and obstacle degree model. Using global spatial auto-correlation analysis, this article measures the degree of spatial agglomeration for the urban agglomeration on the middle reaches of the Yangtze River. In addition, this article conducts a visual cluster analysis of ecological civilization for different regions using the Jenks natural breaks classification method. The four main research findings are as follows: (1) The five key factors affecting the ecological civilization of the urban agglomeration on the middle reaches of the Yangtze River are:

基金项目: 国家社会科学基金资助项目(14WGL002); 湖北省社会科学基金重大项目(2009087)

收稿日期: 2015-11-30; **修订日期:** 2016-05-03

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: myten@163.com

GDP per capita, per capita retail sales for social consumer goods, the service industry's added value as a portion of GDP, total available water resources per person, and per capita annual disposable income for urban residents. (2) In the greater Wuhan megalopolis, Wuhan's ecological civilization is maintained better than its surrounding cities; this ecological civilization gap between Wuhan and its surrounding cities is evident. The Changsha-Zhuzhou-Xiangtan urban agglomeration follows the Changsha-Zhuzhou dual-core model, partially driving the ecological civilization development of nearby cities, while exerting little effect on the ecological civilization of relatively remote cities. The ecological civilization of the cities and areas surrounding Poyang Lake differs slightly. Over the past five years, the ecological civilization of these cities and areas has been developing noticeably. (3) The clustering characteristics of the urban agglomeration on the middle reaches of the Yangtze River have changed from a weak negative correlation to a weak positive correlation between 2009 and 2013; in 2012, it started showing a strong tendency towards agglomeration. (4) The ecological civilization of Xiangyang and Yichang degrades year by year. It has fallen from the upper part of the ecological civilization Kuznets Curve to the lower part. Economic stimulus contributes little to ecological civilization. The sustainability of ecological civilization construction of Jiujiang is insufficient and has great volatility. It is unable to maintain a good level of ecological civilization over a long period.

Key Words: ecological civilization; spatiotemporal evolution; entropy weight; TOPSIS; obstacle degree model; spatial auto-correlation; urban agglomeration; Yangtze River

构建美好的生态文明即是促进人、社会、自然三者共同协调发展^[1]。在世界经济高速发展的今天,周围环境状况日益恶劣。因此,不能一味地把经济指标作为衡量一个城市发展水平的唯一标准,人们应意识到经济社会发展的同时需兼顾环境的保育,将重心放在生态文明建设上,最终形成人与人、人与社会、人与自然和谐相处的美好局面。

我国已将生态文明建设纳入中国特色社会主义事业五位一体总布局,把建设生态文明提高到一个前所未有的高度^[2]。中共中央、国务院于 2015 年 9 月颁发《生态文明体制改革总体方案》,提出要加快建立系统完整的生态文明制度体系。在已有学术研究中,国外最早是由保罗·伯翰南在 1971 年预见了一种“后文明”即将出现^[3];随后威廉·莱斯指出必须建立“易于生存的社会”才可解决生态危机^[4-5];罗伊·莫里森把工业革命后的一种文明形式定义为生态文明^[6]。国内研究最早是由叶谦吉在 1984 年使用了生态文明的概念^[7];近年来,生态文明方面的研究成为热点,主要集中在生态文明概念和内涵^[8-11]、构建生态文明指标体系^[12-15]、生态文明建设实践^[16-17]等研究。因此,本研究紧跟党和国家的战略政策及研究前沿,通过时空的视角,结合数据分析和图形可视化来呈现长江中游城市群各地区的生态文明建设水平、造成各城市生态文明水平差异的影响因素、各城市在生态文明水平上的差异及逐年演变的趋势,为进一步推进生态文明建设和发展提供决策指导。

长江中游城市群是以武汉城市圈、环长株潭城市群、环鄱阳湖城市群为主体形成的特大型城市群,它承东启西、连南接北,在我国区域发展格局中占有重要地位。同时,在国土空间开发中,长江中游城市群属于重点开发区,又是江河湖集聚区,因此,在城市群建设过程中必须以生态文明为理念,着眼于推动生态文明建设和提升可持续发展能力,这样才能共同构筑生态屏障,促进城市群绿色发展,形成人与自然和谐发展的良好格局^[18]。

1 研究方法

1.1 熵权 TOPSIS 法

熵权 TOPSIS 法共由两部分组成:1)利用熵权法,基于指标本身具有信息量的多少和数据间的差异性大小测算信息熵,客观对指标赋权,可以很好的反映各指标权重在时间上的变化情况^[19],适用于时间序列的研

究;2)使用 TOPSIS 法计算每个指标值到理想指标值的相对贴近度,即靠近正理想解和远离负理想解的程度,进而得出各指标的优劣排序。流程如下^[20-22]:

创建 p 行 $\times$ q 列的原始数据矩阵 $A = (a_{ij})_{p \times q}$, p 为研究样本个数, q 为指标个数。

1.1.1 标准化处理

为了排除单位的影响,将原始数据每个指标数值经过变换后最优值为 1,最劣值为 0,即所有指标数值均处于 0—1 之间。

使用极差法对原始数据进行处理:

正指标

$$b_{ij} = \frac{a_{ij} - \min_{1 \leq j \leq p} a_{ij}}{\max_{1 \leq j \leq p} a_{ij} - \min_{1 \leq j \leq p} a_{ij}} \quad (1)$$

逆指标

$$b_{ij} = \frac{\max_{1 \leq j \leq p} a_{ij} - a_{ij}}{\max_{1 \leq j \leq p} a_{ij} - \min_{1 \leq j \leq p} a_{ij}} \quad (2)$$

1.1.2 指标 j 的信息熵运算

$$H_j = -k \sum_{i=1}^p \frac{b_{ij}}{\sum_{i=1}^p b_{ij}} \ln \frac{b_{ij}}{\sum_{i=1}^p b_{ij}} \quad \text{其中 } k = (\ln p)^{-1} \quad (3)$$

1.1.3 指标 j 的熵权运算

$$W_j = \frac{1 - H_j}{q - \sum_{i=1}^q H_j} \quad (4)$$

1.1.4 采用加权的 TOPSIS 法测算贴近度并按优劣程度排序

$$\text{理想解:} \quad B^+ = (\max_{1 \leq i \leq p} b_{i1}, \max_{1 \leq i \leq p} b_{i2}, \dots, \max_{1 \leq i \leq p} b_{iq}) \quad (5)$$

$$\text{负理想解:} \quad B^- = (\min_{1 \leq i \leq p} b_{i1}, \min_{1 \leq i \leq p} b_{i2}, \dots, \min_{1 \leq i \leq p} b_{iq}) \quad (6)$$

$$\text{与理想解距离:} \quad s_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^q W_j (b_{ij} - b_j^+)^2} \quad (7)$$

$$\text{与负理想解距离:} \quad s_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^q W_j (b_{ij} - b_j^-)^2} \quad (8)$$

利用贴近度 C_i 来描述理想距离与负理想距离的综合效应,即 C_i 值越大,表示评价结果越优良:

$$C_i = \frac{S_i^-}{S_i^- + s_i^+}; (i = 1, 2, \dots, p; 0 \leq C_i \leq 1) \quad (9)$$

最终,将测算出的所有对象贴近度 C_i 按降序排列,进而进行优劣评价。

1.2 障碍度模型

障碍度模型分析诊断主要采用因子贡献度,指标偏离度和障碍度 3 个指标,通过障碍度大小排序厘清各因子的主次关系及对长江中游城市群生态文明水平的影响程度^[23-27]。

$$\text{因子贡献度:} \quad G_j = W_j \quad (10)$$

$$\text{指标偏离度:} \quad K_j = 1 - X_{ij} \quad (11)$$

障碍度:

$$E_j = \frac{K_j G_j}{\sum_{i=1}^{14} K_j G_j} \quad (12)$$

式中, W_j 为第 j 个指标的权重值, X_{ij} 为第 i 个城市第 j 个指标标准化后的值。

1.3 全局空间自相关

全局空间自相关方法用于分析整个区域间的空间聚类状况, 采用单一数值来衡量区域平均空间聚集程度。使用 Global Moran's I 系数测度空间相邻或空间相近的观察值的相似程度^[28-29]。

$$I = \frac{p \sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^p W_{ij} (C_i - \bar{C})}{\sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^p W_{ij} \sum_{i=1}^p (C_i - \bar{C})^2} \quad (13)$$

式中, C_i 、 C_j 为单元 i 和 j 的贴切度, $\bar{C}$ 是所有城市贴切度的均值, p 为研究样本的个数, W_{ij} 为空间权重矩阵, 空间相邻权重为 1, 不相邻权重为 0。

1.4 Jenks 自然最佳断裂聚类法

Jenks 自然最佳断裂聚类法是基于数据内部的内在联系自然分组, 使得组间差距最大化组内相似值最优化, 分组点选在数据变量值出现相对最大变化处^[30]。将使用熵权 TOPSIS 法计算出的 2009—2013 年各地区的 C_i 值通过 ArcGIS 10.2 软件的 Jenks 自然间断点分级功能分别聚类, 并以 C_i 值的高低将聚类命名为生态文明极好地区、生态文明较好地区、生态文明一般地区、生态文明较差地区、生态文明极差地区, 最后将结果可视化。

2 构建指标体系和数据来源

2.1 指标体系的构建

参考著名生态学家马世骏提出的社会-经济-自然复合生态系统, 强调经济社会发展与自然环境的综合效益^[31-32], 并根据生态文明的科学内涵^[33-34], 本文在构建生态文明指标体系时主要考量生态环境状况及经济社会发展状况。生态环境状况主要由环境保护力度、环境污染治理状况和地区资源禀赋、资源消耗情况构成, 并按照选取指标具备代表性和可获得性原则, 综合前人研究成果^[35-39], 以生态环境保护、资源环境状况和经济社会发展构建准则层, 以城区绿化覆盖率、工业固体废弃物综合利用率、生活污水集中处理率、生活垃圾无害化处理率、人均水资源总量、单位 GDP 能耗、单位 GDP 水耗、单位 GDP 的 SO_2 排放强度、人口密度、人均国内生产总值、服务业增加值占 GDP 比重、人均居民社会消费品零售额、城镇居民年人均可支配收入、农民年人均纯收入这 14 项指标构建指标层。其中划分 10 项正指标、4 项逆指标, 具体见表 1。

表 1 长江中游城市群生态文明水平评价指标体系

Table 1 The evaluation index system of the ecological civilization level of urban agglomeration on the middle reaches of the Yangtze River					
目标层 Target layer	准则层 Rule layer	指标层 Index layer	单位 Unit	X	属性 Attribute
长江中游城市群 生态文明水平 The ecological civilization level of urban agglomeration on the middle reaches of the Yangtze River	生态环境保护	城区绿化覆盖率	%	X_1	正指标
		工业固体废弃物综合利用率	%	X_2	正指标
		生活污水集中处理率	%	X_3	正指标
		生活垃圾无害化处理率	%	X_4	正指标
	资源环境状况	人均水资源总量	m^3 /人	X_5	正指标
		单位 GDP 能耗	元/万元	X_6	逆指标
		单位 GDP 水耗	m^3 /万元	X_7	逆指标
		单位 GDP 的 SO_2 排放强度	kg/万元	X_8	逆指标
		人口密度	人/ km^2	X_9	逆指标
		人均国内生产总值	元	X_{10}	正指标
	经济社会发展	服务业增加值占 GDP 比重	%	X_{11}	正指标
		人均居民社会消费品零售额	元/人	X_{12}	正指标
		城镇居民年人均可支配收入	元	X_{13}	正指标
		农民年人均纯收入	元	X_{14}	正指标

2.2 数据来源

各指标数据来源于 2010—2014 年的《湖北省统计年鉴》、《江西省统计年鉴》、《湖南省统计年鉴》、《中国城市统计年鉴》、《湖北省水资源公报》、《湖南省水资源公报》、《江西省水资源公报》,部分缺失数据通过各地级市 2010—2014 年地方统计年鉴补全。空间属性数据来源于国家 1:400 万基础地形图矢量化成果。

3 结果与分析

3.1 长江中游城市群生态文明指标权重及影响因素探究

3.1.1 基于熵权法的权重确定

以表 1 构建的长江中游城市群生态文明水平评价指标体系为基础,通过公式(1)—(4)逐一运算出 2009—2013 年连续 5a 共 14 项指标的信息熵值和权重,所得结果在表 2 中呈现。

表 2 各指标熵值及权重变动情况

Table 2 Changes in index entropy and weights

年份 Year	项目 Item	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7
2009	H_j	0.9800	0.9839	0.9611	0.9775	0.9378	0.9725	0.9696
	W_j	0.0337	0.0271	0.0655	0.0380	0.1047	0.0463	0.0512
2010	H_j	0.9770	0.9867	0.9556	0.9688	0.9035	0.9679	0.9656
	W_j	0.0346	0.0200	0.0668	0.0469	0.1454	0.0484	0.0517
2011	H_j	0.9839	0.9855	0.9696	0.9740	0.9350	0.9705	0.9560
	W_j	0.0264	0.0238	0.0499	0.0427	0.1067	0.0485	0.0722
2012	H_j	0.9368	0.9835	0.9857	0.9787	0.8855	0.9692	0.9522
	W_j	0.0862	0.0225	0.0195	0.0291	0.1561	0.0420	0.0652
2013	H_j	0.9552	0.9790	0.9785	0.9810	0.9234	0.9699	0.9604
	W_j	0.0634	0.0298	0.0304	0.0269	0.1085	0.0426	0.0561
		X8	X9	X10	X11	X12	X13	X14
2009	H_j	0.9644	0.9845	0.8920	0.9549	0.8962	0.9654	0.9665
	W_j	0.0599	0.0261	0.1819	0.0760	0.1749	0.0582	0.0564
2010	H_j	0.9493	0.9856	0.8850	0.9579	0.9069	0.9537	0.9723
	W_j	0.0763	0.0217	0.1731	0.0634	0.1402	0.0697	0.0418
2011	H_j	0.9803	0.9859	0.8811	0.9510	0.9119	0.9345	0.9716
	W_j	0.0324	0.0231	0.1951	0.0804	0.1446	0.1075	0.0466
2012	H_j	0.9821	0.9860	0.8880	0.8899	0.9132	0.9479	0.9681
	W_j	0.0244	0.0191	0.1528	0.1502	0.1184	0.0711	0.0434
2013	H_j	0.9797	0.9861	0.8921	0.9120	0.9128	0.9279	0.9358
	W_j	0.0287	0.0197	0.1528	0.1246	0.1235	0.1022	0.0909

H_j : 指标信息熵 (Comentropy) 大小, W_j : 指标的权重 (Weight) 值

按照信息熵及加权的基本原理,所得的信息熵 H_j 越小,各地区当年对于该指标的数值变异程度越大,该指标进行解释需要的信息量就越小,即指标本身含有的信息量越大,则该指标的权重也应越大^[40]。反之,信息熵 H_j 越大,解释需要的信息量就越大,指标本身具有的信息量越小,因此该指标的权重就越小。通过表 2 的数据计算结果可以看出:

2009—2013 年, $X1$ 、 $X11$ 、 $X13$ 、 $X14$ 指标权重逐年递增,且增加幅度较大,说明这些指标在评价长江中游城市群生态文明水平上变得越来越重要。而 $X3$ 、 $X4$ 、 $X8$ 、 $X10$ 、 $X12$ 的权重呈现逐年下降的趋势,各指标的信息熵逐年增加,则各地区对于相应指标值的变异程度降低,由此可知长江中游城市群各地区在 $X3$ 、 $X4$ 、 $X8$ 、 $X10$ 、 $X12$ 指标上趋于稳定。

纵观各指标权重 5 年来的平均水平, $X10$ (0.1711)、 $X12$ (0.1403)、 $X5$ (0.1243)、 $X11$ (0.0989)、 $X13$

(0.0817)名列前 5 名,权重较大,其中 X_{10} 、 X_{12} 、 X_{13} 是衡量一个地区经济社会发展状况、评价当地居民收入和购买力水平的重要指标; X_5 主要评价了当地的水资源的禀赋情况;与第二产业中的制造业相比,服务业不论在资源消耗或是环境污染上都少得多,增加服务业的比重(X_{11})有助于促进生态文明发展^[38],通过熵权水平初步推测这 5 项指标为影响长江中游城市群生态文明的重要因素,下文将利用障碍度模型进行诊断和验证,进一步识别该区域生态文明的影响因子。

3.1.2 障碍度诊断

引入障碍度模型,通过因子贡献度、指标偏移度和障碍度 3 个指标进行分析诊断,科学的确定制约区域生态文明发展的重要障碍因子。从长江中游城市群年指标层的障碍度大小(表 3)和障碍因子出现的频率排序(表 4)^[24]可知:2009—2013 年 5 年来,在指标体系中存在普遍作用于众多城市的重要影响因素,即出现在各城市单指标障碍度排名前 5 名的平均频数分别为 X_{10} (30 次)、 X_{12} (29 次)、 X_{11} (27 次)、 X_5 (24 次)、 X_{13} (21 次),覆盖了 2/3 以上的地区;无论是各年份障碍度大小排名还是障碍因子出现频率排名,指标 X_5 、 X_{10} 、 X_{11} 、 X_{12} 、 X_{13} 均分列前 5,因此这 5 项为影响长江中游城市群生态文明发展的重要因素。与前文通过权重预测的影响因子相契合,从而验证和诊断了前文得出的生态文明影响因素的准确性和合理性。

从表 3 还可发现,指标 X_{10} 、 X_{12} 障碍程度较高,虽逐年数值百分比有所下降,仍是阻碍该区域生态文明发展的关键障碍因子; X_{11} 的障碍度 5 年来增长幅度较大,至 2013 年障碍度排名已跃居第 2 名,因此各地区政府在进行区域生态文明建设时应特别重视服务业增加值占 GDP 的比重,明确工作重心,实施“退二进三”的产业结构调整等方针政策。

表 3 2009—2013 年长江中游城市群生态文明指标主要障碍因子障碍度

Table 3 Main obstacle factors' degree of ecological civilization index in urban agglomeration on the middle reaches of the Yangtze River from 2009—2013

年份 Year	项目 Item	指标排序 The sort of indicators				
		1	2	3	4	5
2009	障碍因素	X_{12}	X_{10}	X_5	X_{11}	X_{13}
	障碍度/%	22.45	22.21	12.73	8.93	5.90
2010	障碍因素	X_{10}	X_5	X_{12}	X_{13}	X_{11}
	障碍度/%	20.95	19.33	17.51	7.61	7.49
2011	障碍因素	X_{10}	X_{12}	X_5	X_{13}	X_{11}
	障碍度/%	23.68	18.27	12.26	12.11	10.27
2012	障碍因素	X_{11}	X_5	X_{10}	X_{12}	X_1
	障碍度/%	18.51	18.11	16.95	13.72	10.18
2013	障碍因素	X_{10}	X_{11}	X_{12}	X_5	X_{13}
	障碍度/%	17.38	15.03	14.59	12.30	11.56

表 4 2009—2013 年长江中游城市群生态文明主要障碍因子出现频率

Table 4 Main obstacle factors' frequency of ecological civilization in urban agglomeration on the middle reaches of the Yangtze River from 2009—2013

主要障碍因子 Main obstacle factor	排名 Ranking	出现次数 Times	出现频率/% Frequency
X_{10}	1	30	96.77
X_{12}	2	29	93.55
X_{11}	3	27	87.09
X_5	4	24	77.42
X_{13}	5	21	67.74

3.2 TOPSIS 综合评价及成因分析

3.2.1 TOPSIS 综合评价

利用公式(5)—(9)逐一运算出长江中游城市群 31 个地区的指标值与理想解和负理想解的欧式距离以及与贴近度 C_i , 将得到的 C_i 值按照降序进行排列, 即可得到长江中游城市群生态文明水平排名情况。

根据 TOPSIS 综合评价法原理, C_i 值越大, 表明样本离负理想解的距离越远, 离理想解的距离就越近, 该地区生态文明的水平越好。 C_i 值越小, 表明样本距离负理想解越近, 距离理想解越远, 该地区生态文明的水平越差。笔者测算出 2009—2013 年的 C_i 值并进行排序, 从表 5 中可以得到, 各地级市生态文明水平的差异及 5 年来的变化情况。

表 5 长江中游城市群城市生态文明水平 TOPSIS 计算结果

Table 5 The calculation results of the ecological civilization level of urban agglomeration on the middle reaches of the Yangtze River by TOPSIS method

城市 City	2009		2010		2011		2012		2013	
	贴近度 C_i	排名 Ranking	贴近度 C_i	排名 Ranking	贴近度 C_i	排名 Ranking	贴近度 C_i	排名 Ranking	贴近度 C_i	排名 Ranking
长沙市	0.7469	1	0.6920	1	0.7534	1	0.6685	1	0.7054	1
武汉市	0.6704	2	0.6419	2	0.6754	2	0.6230	2	0.6431	2
南昌市	0.5989	3	0.5808	3	0.5698	3	0.5676	3	0.5502	3
新余市	0.5099	5	0.5447	4	0.5412	6	0.5293	4	0.5278	4
株洲市	0.5021	7	0.5073	6	0.5507	4	0.4889	6	0.4965	5
景德镇市	0.4839	8	0.5116	5	0.4938	7	0.5264	5	0.4822	6
鹰潭市	0.4567	10	0.4837	8	0.4861	8	0.4768	7	0.4658	7
宜昌市	0.5282	4	0.4958	7	0.5429	5	0.4243	13	0.4567	8
常德市	0.4491	11	0.4349	13	0.4644	11	0.4569	9	0.4472	9
湘潭市	0.4343	14	0.4114	18	0.4637	13	0.4251	12	0.4396	10
抚州市	0.4178	20	0.4642	10	0.4057	22	0.4436	10	0.4366	11
九江市	0.4302	15	0.4675	9	0.4334	15	0.4575	8	0.4320	12
岳阳市	0.4665	9	0.4591	11	0.4838	9	0.4428	11	0.4227	13
吉安市	0.4155	21	0.4330	14	0.3861	25	0.3999	18	0.4193	14
上饶市	0.4286	17	0.4452	12	0.4234	17	0.4123	16	0.4122	15
萍乡市	0.4214	19	0.4084	19	0.4029	23	0.4064	17	0.3997	16
鄂州市	0.4406	13	0.3987	20	0.4754	10	0.3731	20	0.3949	17
仙桃市	0.4421	12	0.4138	17	0.4234	18	0.3599	23	0.3885	18
宜春市	0.4037	23	0.3794	25	0.3950	24	0.4128	14	0.3873	19
襄阳市	0.5028	6	0.4152	16	0.4686	12	0.3667	21	0.3850	20
咸宁市	0.3847	26	0.3972	21	0.4420	14	0.3473	24	0.3799	21
益阳市	0.3957	24	0.3775	26	0.4116	20	0.4124	15	0.3797	22
衡阳市	0.3709	28	0.3865	23	0.4061	21	0.3866	19	0.3714	23
黄石市	0.4135	22	0.3332	29	0.4236	16	0.3656	22	0.3713	24
荆门市	0.3946	25	0.3640	27	0.3827	26	0.3256	27	0.3701	25
潜江市	0.4292	16	0.3822	24	0.4181	19	0.3407	25	0.3541	26
天门市	0.4258	18	0.4235	15	0.3567	27	0.3137	29	0.3384	27
娄底市	0.3282	30	0.2994	30	0.3500	28	0.3270	26	0.3065	28
孝感市	0.3227	31	0.2982	31	0.3007	31	0.3256	28	0.2943	29
黄冈市	0.3809	27	0.3478	28	0.3371	30	0.2957	31	0.2803	30
荆州市	0.3527	29	0.3893	22	0.3381	29	0.3032	30	0.2600	31

由排序可以直观看出, 自 2009—2013 年, 长沙市、武汉市、南昌市一直保持前 3 甲的位置未曾改变, 生态

的发展做好,推进江西省各区域生态文明整体实力向前一步发展。

表 7 2009—2013 年长江中游城市群生态文明水平自然最佳断裂点聚类结果

Table 7 The clustering results of natural best breaking point the ecological civilization level of urban agglomeration on the middle reaches of the Yangtze River from 2009—2013

生态文明水平聚类 The clustering of the ecological civilization level	2009 年			2010 年		
	C_i 值区间 Interval	城市 Cities	数量 Quantity	C_i 值区间 Interval	城市 Cities	数量 Quantity
生态文明极好地区 Excellent area of ecological civilization level	0.5989—0.7469	长沙市、武汉市	2	0.6346—0.9380	长沙市、武汉市、南昌市	3
生态文明较好地区 Better area of ecological civilization level	0.4665—0.5989	南昌市、襄阳市、宜昌市、株洲市、景德镇市、新余市	6	0.1928—0.6346	宜昌市、株洲市、九江市、景德镇市、鹰潭市、抚州市、新余市	7
生态文明一般地区 General area of ecological civilization level	0.4214—0.4665	鄂州市、仙桃市、潜江市、天门市、岳阳市、湘潭市、常德市、九江市、上饶市、鹰潭市	10	0.1071—0.1928	襄阳市、仙桃市、潜江市、岳阳市、湘潭市、常德市、上饶市、吉安市、萍乡市	9
生态文明较差地区 Worse area of ecological civilization level	0.3709—0.4214	荆门市、咸宁市、黄石市、黄冈市、益阳市、宜春市、抚州市、吉安市、萍乡市	9	0.0748—0.1071	荆门市、荆州市、咸宁市、鄂州市、潜江市、益阳市、衡阳市、宜春市	8
生态文明极差地区 Worst area of ecological civilization level	0.3226—0.3709	孝感市、荆州市、娄底市、衡阳市	4	0.0541—0.0748	孝感市、黄石市、黄冈市、娄底市	4

生态文明水平聚类 The clustering of the ecological civilization level	2011 年			2012 年		
	C_i 值区间 Interval	城市 Cities	数量 Quantity	C_i 值区间 Interval	城市 Cities	数量 Quantity
生态文明极好地区 Excellent area of ecological civilization level	0.5698—0.7534	长沙市、武汉市	2	0.5293—0.6685	长沙市、武汉市、南昌市	3
生态文明较好地区 Better area of ecological civilization level	0.4938—0.5698	南昌市、宜昌市、株洲市、新余市	4	0.4436—0.5293	株洲市、常德市、九江市、景德镇市、新余市、鹰潭市	6
生态文明一般地区 General area of ecological civilization level	0.4334—0.4938	襄阳市、咸宁市、鄂州市、岳阳市、湘潭市、常德市、景德镇市、鹰潭市、	8	0.3866—0.4436	宜昌市、岳阳市、湘潭市、益阳市、上饶市、宜春市、萍乡市、抚州市、吉安市	9
生态文明较差地区 Worse area of ecological civilization level	0.3567—0.4334	荆门市、仙桃市、潜江市、黄石市、益阳市、衡阳市、九江市、上饶市、宜春市、抚州市、吉安市、萍乡市	12	0.3270—0.3866	襄阳市、咸宁市、黄石市、鄂州市、仙桃市、潜江市、衡阳市	7
生态文明极差地区 Worst area of ecological civilization level	0.3007—0.3567	孝感市、荆州市、天门市、黄冈市、娄底市	5	0.2957—0.3270	荆门市、孝感市、天门市、荆州市、黄冈市、娄底市	6

生态文明水平聚类 The clustering of the ecological civilization level	2013 年		
	C_i 值区间 Interval	城市 Cities	数量 Quantity
生态文明极好地区 Excellent area of ecological civilization level	0.5502—0.7054	武汉市、长沙市	2
生态文明较好地区 Better area of ecological civilization level	0.4658—0.5502	南昌市、株洲市、景德镇市、新余市	4
生态文明一般地区 General area of ecological civilization level	0.3997—0.4658	宜昌市、岳阳市、湘潭市、常德市、九江市、上饶市、鹰潭市、抚州市、吉安市	9

续表

生态文明水平聚类 The clustering of the ecological civilization level	2013 年		
	C_i 值区间 Interval	城市 Cities	数量 Quantity
生态文明较差地区 Worse area of ecological civilization level	0.3065—0.3997	襄阳市、荆门市、仙桃市、潜江市、天门市、咸宁市、鄂州市、黄石市、益阳市、衡阳市、宜春市、萍乡市	12
生态文明极差地区 Worst area of ecological civilization level	0.2600—0.3065	孝感市、黄冈市、荆州市、娄底市	4

从局部来看,按照变化稳定和变化波动将局部特征及演变结果进行分类阐述。对于变化稳定的区域,长沙市、武汉市一直处于生态文明极好的水平,双核形体突出,这样的格局 5 年来未曾改变。城市在生态文明的建设与保持方面做得相当到位,南昌市的生态文明水平虽在 5 年中均处于较好以上,但表现略显波动,与长沙市与武汉市还有一定差距。相反,娄底市、孝感市、黄冈市、荆州市则连续 5 年来一直处于生态文明水平极差的状态或是在生态文明极差与较差间徘徊,表现为城市在绿化、污水废弃物的处理方面程度差,资源消耗强度大,人民生活水平低,政府未采取有效措施来提高当地的生态文明水平。湘潭市、株洲市、岳阳市、景德镇市及常德市的生态文明处于中流偏上水平,5 年来均稳定于一般至较好之间。

对于变化不稳定的地区,襄阳市、宜昌市作为湖北省第二批次城市,生态文明逐年恶劣,生态文明水平由 2009 年的较好水平跌至 2013 年的一般偏下水平,主要因为近年来地区政府遵照“一主两副”战略方针,全力发展 GDP 水平,促进经济发展的同时,忽略了生态环境的保护与资源的合理利用。有些城市 2009 至 2013 年生态文明水平演变呈无规律状态,波动性很大。九江市的生态文明水平 5 年来年经历了 3 个档次变化,在生态文明较好、一般及较差水平间徘徊,并于 2010 年和 2012 年的生态文明表现最佳,均处于较好水平。表明当地政府在建设生态文明方面做出了努力,但维持和连续性差,城市好的生态文明状态无法长期保持,在取得良好的生态文明水平提升后次年立即出现大幅度下降。

4 结论与对策

通过分析,得到以下结论:1) 长江中游城市群生态文明的 5 大影响因素为:人均国内生产总值、人均居民社会消费品零售额、服务业增加值占 GDP 比重、人均水资源总量、城镇居民年人均可支配收入。2) 长江中游城市群生态文明整体水平不高,3 大子城市圈形成差异化格局,其中武汉城市圈以武汉市为核心,与周边城市极化现象明显,并这种两极化格局逐年加剧;环长株潭城市群以长沙为中心,对邻近城市生态文明建设有一定带动能力,但对距离较远城市影响偏弱;环鄱阳湖城市群整体生态文明差异较小,5 年来生态文明水平进步明显,但是演变过程不稳定。3) 2009—2013 年长江中游城市群生态文明聚类特征由微弱的负相关向微弱的正相关演变,并于 2012 年存在较强的集聚倾向。4) 作为长江中游城市群第二批次城市,襄阳市、宜昌市生态文明水平逐年下降,九江市生态文明建设持续性不够,无法长期维持良好的生态文明水平,起伏性较大。

针对以上结论,笔者提出几点对策,共促长江中游城市群生态文明健康发展:1) 在武汉城市圈中,由于武汉市周边城市多数位于生态文明库兹涅茨曲线下,可利用武汉市先进的科学技术及丰富的资金、人才和教学资源带领周边城市进行生态环境的保护和治理。具体可采用新型清洁能源代替传统能源,使用新型节水灌溉技术提高水资源的利用效率;通过制作环保主题宣传海报和影片并开展环保系列教育讲座,提高周边城市居民环保理念和意识;缓解两极化格局,促进武汉城市圈生态文明整体水平进一步提高。襄阳市和宜昌市政府应改变观念,需以绿色都市为主题理念进行城市建设,优化产业结构,促进工业结构的轻型化转变^[44];降低产能,鼓励发展生态农业等环境友好型产业;转变生产方式,由“大生产、大消耗、大排放”的工业化生产方式转化为“低消耗、少污染、可循环”的生态化生态方式^[45]。并根据环境外部性理论^[46],需健全生态补偿、环境

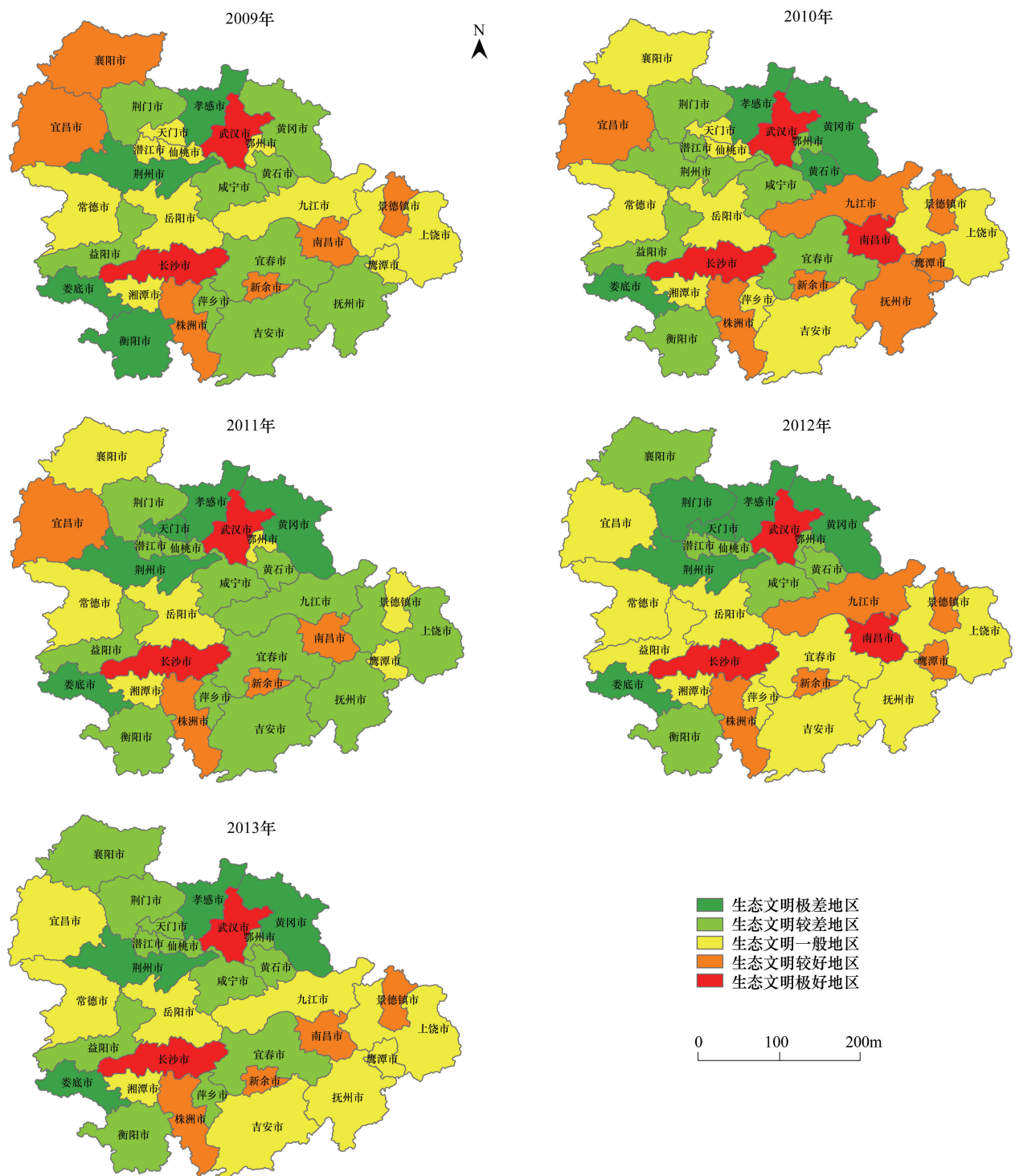


图3 2009—2013年长江中游城市群生态文明水平

Fig.3 The ecological civilization level of urban agglomeration on the middle reaches of the Yangtze River from 2009—2013

税、环境责任险、排污交易权、环境信贷等市场机制,促进环境损失和资源消耗“内部化”^[45],逐步由“经济导向型”都市向“生态文明导向型”都市转变。2) 环长株潭城市群各城市普遍处于生态文明库兹涅茨曲线的上方,可适当进行社会经济建设,提高居民的宜居度和生存舒适性。具体可建设点轴模式系统,以主要铁路干线京广铁路和洛湛铁路为轴,建设形成京广经济轴带和洛湛经济轴带,促进沿线节点城市间的物资交流和信息传递,推动各城市经济发展,扭转二元特征。3) 环鄱阳湖城市群5年来生态文明提升颇大,政府在坚持原有政

策方针的基础上,应进一步扎实的遵照国家六部委批复的《江西省生态文明先行示范区建设实施方案》的各项要求,加快建设江西省生态文明先行示范区。注重生态文明制度创新,重点进行中部地区绿色崛起先行区、大湖流域生态保护与科学开发典范区、生态文明体制机制创新区“三区建设”,构建“一湖五河三屏”为主体的生态安全格局,打造“美丽中国”生态文明建设的“江西样板”^[47-48]。

参考文献 (References):

- [1] 廖曰文,章燕妮. 生态文明的内涵及其现实意义. 中国人口·资源与环境, 2011, (S1): 377-380.
- [2] 张高丽. 大力推进生态文明 努力建设美丽中国. 求是, 2013, (24): 3-11.
- [3] Bohannon P. Beyond civilization. Natural History-Magazine, 1971, (80): 1-2.
- [4] Leiss W. The Domination of Nature. New York: McGill-Queen University Press, 1994: 58-76.
- [5] Leiss W. The Limit to Satisfaction. Toronto: The University of Toronto Press, 1976: 37-52.
- [6] Morrison R. Ecological Democracy. Boston: South End Press, 1995: 5-12.
- [7] Ye Q J. Ways of Training Individual Ecological Civilization Under Mature Socialist Conditions. Moscow: Scientific Communism, 1984.
- [8] 谷树忠,胡咏君,周洪. 生态文明建设的科学内涵与基本路径. 资源科学, 2013, 35(1): 2-13.
- [9] 赵景柱. 关于生态文明建设与评价的理论思考. 生态学报, 2013, 33(15): 4552-4555.
- [10] 伍瑛. 生态文明的内涵与特征. 生态经济, 2000, (2): 38-40.
- [11] 陈洪波,潘家华. 我国生态文明建设理论与实践进展. 中国地质大学学报: 社会科学版, 2012, 12(5): 13-17.
- [12] 刘某承,苏宁,伦飞,曹智,李文华,闵庆文. 区域生态文明建设水平综合评估指标. 生态学报, 2014, 34(1): 97-104.
- [13] 项赞,刘晓文,张剑鸣,张玉环,李宇,温勇,方晓航. 我国生态文明建设成效评估指标体系的研究. 生态经济, 2015, 31(8): 14-19.
- [14] 李平星,陈雯,高金龙. 江苏省生态文明建设水平指标体系构建与评估. 生态学杂志, 2015, 34(1): 295-302.
- [15] 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. 资源科学, 2013, 35(8): 1677-1684.
- [16] 彭向刚,向俊杰. 中国三种生态文明建设模式的反思与超越. 中国人口·资源与环境, 2015, 25(3): 12-18.
- [17] 孙新章,王兰英,姜艺,贾莉,秦媛,何霄嘉,姚娜. 以全球视野推进生态文明建设. 中国人口·资源与环境, 2013, 23(7): 9-12.
- [18] 李志萌,张宜红. 共建长江中游城市群生态文明. 江西日报, 2015-06-15 (B03) [2015-11-25]. http://epaper.jxnews.com.cn/jxrb/html/2015-06/15/content_309429.htm.
- [19] 杜挺,谢贤健,梁海艳,黄安,韩全芳. 基于熵权 TOPSIS 和 GIS 的重庆市县域经济综合评价及空间分析. 经济地理, 2014, 34(6): 40-47.
- [20] 洪惠坤,廖和平,魏朝富,李涛,谢德体. 基于改进 TOPSIS 方法的三峡库区生态敏感区土地利用系统健康评价. 生态学报, 2015, 35(24): 8016-8027.
- [21] 陆伟锋,唐厚兴. 关于多属性决策 TOPSIS 方法的一种综合改进. 统计与决策, 2012, (19): 38-40.
- [22] 张洪,张燕. 基于加权 TOPSIS 法的旅游资源区际竞争力比较研究——以长江三角洲为例. 长江流域资源与环境, 2010, 19(5): 500-505.
- [23] 周彬,赵宽,钟林生,陈田,虞虎. 舟山群岛生态系统健康与旅游经济协调发展评价. 生态学报, 2015, 35(10): 3437-3446.
- [24] 赵宏波,马延吉. 东北粮食主产区耕地生态安全的时空格局及障碍因子——以吉林省为例. 应用生态学报, 2014, 25(2): 515-524.
- [25] 尹鹏,刘继生,陈才. 东北振兴以来吉林省四化发展的协调性研究. 地理科学, 2015, 35(9): 1101-1108.
- [26] 孙才志,董璐,郑德凤. 中国农村水贫困风险评价、障碍因子及阻力类型分析. 资源科学, 2014, 36(5): 895-905.
- [27] 任桐,刘继生. 吉林省旅游竞争力的空间维度及其障碍度分析. 经济地理, 2011, 31(12): 2138-2143.
- [28] 刘吉平,吕宪国,刘庆凤,高俊琴. 别拉洪河流域湿地鸟类丰富度的空间自相关分析. 生态学报, 2010, 30(10): 2647-2655.
- [29] 李建豹,白永平,罗君,黄永斌. 甘肃省县域经济差异变动的空间分析. 经济地理, 2011, 31(3): 390-395.
- [30] 王振波,徐建刚,朱传耿,祁毅,徐璐. 中国县域可达性区域划分及其与人口分布的关系. 地理学报, 2010, 65(4): 416-426.
- [31] 马世骏,王如松. 社会-经济-自然复合生态系统. 生态学报, 1984, 4(1): 1-9.
- [32] 王如松. 生态整合与文明发展. 生态学报, 2013, 33(1): 1-11.
- [33] 王如松. 生态文明建设的控制论机理、认识误区与融贯路径. 中国科学院院刊, 2013, (2): 173-181.
- [34] 唐小平,黄桂林,张玉钧. 生态文明建设规划-理论·方法与案例. 北京: 科学出版社, 2012: 3-16.
- [35] 严耕,吴明红,林震. 生态文明绿皮书: 中国省域生态文明建设评价报告 (ECI 2014). 北京: 社会科学文献出版社, 2014: 28-48.
- [36] 张欢,成金华,冯银,陈丹,倪琳,孙涵. 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. 生态学报, 2015, 35(2): 547-556.
- [37] 张欢,成金华. 湖北省生态文明评价指标体系与实证评价. 南京林业大学学报: 人文社会科学版, 2013, 13(3): 44-53.
- [38] 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. 财经问题研究,

2013, (9): 98-106.

- [39] 蒋小平. 河南省生态文明评价指标体系的构建研究. 河南农业大学学报, 2008, 42(1): 61-64.
- [40] 贾艳红, 赵军, 南忠仁, 赵传燕. 熵权法在草原生态安全评价研究中的应用——以甘肃牧区为例. 干旱区资源与环境, 2007, 21(1): 17-21.
- [41] Kuznets S. Economic growth and income inequality. The American Economic Review, 1955, 45(1): 1-28.
- [42] 李慧明, 卜欣欣. 环境与经济如何双赢——环境库兹涅茨曲线引发的思考. 南开学报, 2003, (1): 58-64.
- [43] 虞依娜, 陈丽丽. 中国环境库兹涅茨曲线研究进展. 生态环境学报, 2012, 21(12): 2018-2023.
- [44] 史忠良, 赵立昌. 绿色发展背景下我国产业结构调整. 管理学报, 2011, 24(1): 32-37.
- [45] 黄勤, 曾元, 江琴. 中国推进生态文明建设的研究进展. 中国人口·资源与环境, 2015, 25(2): 111-120.
- [46] 李寿德, 柯大纲. 环境外部性起源理论研究述评. 经济理论与经济管理, 2000, (5): 63-66.
- [47] 张志勇. 江西省建设生态文明先行示范区成国家战略. 江西日报, 2014-11-21(A01) [2016-03-12]. http://epaper.jxnews.com.cn/jxrb/html/2014-11/21/content_275255.htm.
- [48] 黄继妍, 张志勇. 争当生态文明建设排头兵——《江西省生态文明先行示范区建设实施方案》解读. 江西日报, 2014-11-24 [2016-03-12]. http://www.jxdpc.gov.cn/mtbd/201411/t20141124_112813.htm.