

# “均衡发展”视角下生态文明发展水平评价研究 ——以江西省为例<sup>\*1</sup>

陆伟锋<sup>1, 2</sup> 刘彦宏<sup>1</sup> 涂国平<sup>1</sup> 黄新建<sup>1</sup>

(1. 南昌大学 管理学院, 江西 南昌 330031;

2. 南昌工程学院 教务处, 江西 南昌 330099)

**【摘要】**: 以生态文明的均衡发展为目标, 选取了国家生态文明试验区的江西省作为研究对象, 从经济、环境、资源、民生四个维度构建生态文明水平评价体系, 利用熵权法与灰色关联分析对 2014 年江西省生态文明水平综合评价。结果表明: 南昌、赣州、九江的生态文明综合水平较为靠前, 萍乡、上饶、鹰潭地区靠后; 二级指标四象限化后分别落在优势保持区、重点关注区、均衡发展区、优势带动区四个象限。主要针对一、三、四象限指标给出相关建议, 推动其象限内指标向第二象限的迁移, 促进江西省生态文明的均衡发展。

**【关键词】**: 生态文明; 指标体系; 灰色关联度; 四象限; 均衡发展

**【中图分类号】**: X22; F062.2 **【文献标识码】**: A **【文章编号】**: 1671-4407(2017)10-214-07

## 1 引言

生态文明理念早已在江西生根发芽, 在探索生态文明建设的道路上, 江西作为生态文明先行示范区始终不忘初心, 不断创新。近期, 中共中央办公厅、国务院办公厅印发了《关于设立统一规范的国家生态文明试验区的意见》, 其中, 明确规定将生态基础较好、资源环境承载能力较强的福建省、江西省和贵州省作为试验区。设立国家生态文明试验区对生态文明建设具有重大意义, 而对生态文明建设的深入研究是生态文明发展的前提与基础。

随着生态文明理论和实践研究的深入, 国内学者在生态文明及相关领域开展了大量工作进行了一系列探索, 并取得了一定的成果, 诸如“可持续发展”“生态指数”“生态足迹”“绿色 GDP”“低碳经济”等概念纷纷提出。而从研究方法来看, 大致包括定性研究和定量研究。

在定性方面的研究, 主要包括对生态文明的概念界定和内涵分析。政界方面, 2006 年国家环保部副部长潘岳认为, 生态文明是指以人与自然、人与人、人与社会和谐共生、良性循环、全面发展、持续繁荣为基本宗旨的文化伦理形态<sup>[1]</sup>。学术界方面, 谷树忠等<sup>[2]</sup> 从人与自然的关系、生态文明与现代文明的关系、生态文明与时代发展的关系三个方面系统阐释了生态文明建设的科学内涵。

<sup>1</sup> **基金项目**: 国家社会科学基金重大招标项目子课题“长江经济带建设战略引领下沿江地区经济发展路径研究”(2015YZD6)

**第一作者简介**: 陆伟锋(1968—), 男, 浙江上虞人, 博士, 教授, 研究方向为环境资源管理。E-mail: 707284633@qq.com

在定量研究方面，主要通过建立指标体系，采用评价的方法或模型对各地区的生态文明发展水平综合评价。如：宓泽锋等<sup>[3]</sup>选取国内外省级尺度及以上的指标体系，按照国内和国外 2 : 1 的比例遴选具体指标，构建“社会—经济—自然”三大系统的评价指标体系，结合熵权 TOPSIS 法和协调度模型分析中国各省域生态文明发展空间格局演变规律。蓝庆新等<sup>[4]</sup>将生态文明指数结合层次分析法，对北上广深四城市生态文明建设水平横向比较。朱玉林等<sup>[5]</sup>根据生态经济、民生改善、生态治理、生态文化、生态环境五个层面下的 28 个二级指标，采用灰色关联分析对长、株、潭三地区的生态文明程度进行综合比较。冯银等<sup>[6]</sup>从经济学中的供需视角引入 AD-AS 模型，构建生态文明建设的资源环境和生态环境供需模型，对 2003—2012 年湖北省进行实证分析。李茜等<sup>[7]</sup>结合层次分析法和主成分分析法从全国和省域两个尺度分析 1990—2010 年中国生态文明建设和协调发展的时空演化规律。孙欣等<sup>[8]</sup>采用基于 Malmquist-Luenberger 指数法的超效率 DEA 模型，对长江经济带及上中下游 2003—2013 年的生态效率进行评价，测算了生态效率差异性及其收敛性。王昕宇和黄海峰<sup>[9]</sup>运用生态足迹模型对 2014 年四川省宜宾市 10 区（县）的可持续发展状况进行测算。

其中，针对江西地区的研究主要有：李争等<sup>[10]</sup>基于“压力—状态—响应”（PSR）模型对江西省 11 个市 2012 年的生态文明建设状况进行分析，结果表明：南昌市生态文明建设综合水平位于江西省第一位，鹰潭、新余、景德镇、赣州、抚州高于全省平均水平，其中南昌、鹰潭和新余的生态系统压力较大，上饶、抚州、萍乡和宜春的生态系统压力较小，鹰潭在响应系统方面相对最为薄弱，萍乡和宜春的生态文明建设状态系统比较薄弱，尚存在较大的改善空间。占少贵等<sup>[11]</sup>结合经济基础、环境基础、政府行为、企业行为、居民行为五个要素层的 22 项指标，运用线性加权法计算 2008—2012 年江西省 11 个市生态文明综合得分，结果表明：江西省各地区生态文明发展较为不均衡，赣南地区较为落后，赣北其次，赣州地区较好，但随着生态保护力度加强，各地区之间的差异呈现缩小的趋势。刘耀彬和柯鹏<sup>[12]</sup>从生态经济、生态环境、生态制度、生态文化、生态人居五个方面通过熵权法和功效系数法对江西省 2010 年生态文明水平进行评价，研究表明：赣南和赣东北地区生态文明总体水平较低，赣中地区较高，生态环境和生态文化两方面是江西省生态文明建设的“短板”。张振东等<sup>[13]</sup>认为区域生态文明建设是以社会—经济—资源—环境为核心的动态复合巨系统，运用系统动力学的理论与方法，建立江西省生态文明建设系统动力学模型，分析江西省生态文明建设诸要素间的相互作用。

总体来看，这些现阶段已有的研究为生态文明建设提供了量化依据，在引导生态文明建设不断扩展、提升、深入和完善上产生了积极的作用，但由于在时间、空间、方法上都存在着一定的差异性，导致了生态文明建设评价的局限性，现阶段的研究主要存在以下几点不足：一是具有一定的滞后性，中办、国办 2016 年最新出台了《关于设立统一规范的国家生态文明试验区的意见》及相关实施方案，而现有的生态文明建设研究还停留在前几年的政策解读或是论述上；二是针对作为欠发达地区的江西省生态文明建设的研究相对较少，大部分研究还是针对北上广或一些经济较发达的沿海城市；三是对生态文明建设的评价大都是通过指标权重和样本得分加权的形式对样本（各地区）进行评价分析。

本文在深刻解读《关于设立统一规范的国家生态文明试验区的意见》的基础上，选取了生态基础较好、资源环境承载能力较强的江西省试验区作为研究对象，总结近些年来江西省生态文明建设的经验，借鉴其他地区的部分研究成果<sup>[14-16]</sup>，建立了江西省生态文明评价指标体系，采用熵权法和灰色关联分析相结合的方法对江西省 2014 年的生态文明水平进行综合评价，依据指标权重和指标得分对指标进行四象限化分区，并在此基础上，从指标权重的角度分析江西省生态文明发展各项指标的差异性程度，分析各象限内指标的转移路径。以均衡发展为目的，针对各区域提出对策，促进各地区生态文明的均衡发展，对江西省的生态文明建设具有重要意义。

## 2 生态文明建设指标体系的构建

### 2.1 生态文明的内涵

生态，指生物之间以及生物与环境之间的相互关系与存在状态，亦即自然生态。自然生态有着自在自为的发展规律。人类社会改变了这种规律，把自然生态纳入到人类可以改造的范围之内，这就形成了文明。

---

生态文明，党的十八大对其的定义为：生态文明是人类为保护和建设美好生态环境而取得的物质成果、精神成果和制度成果的总和，是贯穿于经济建设、政治建设、文化建设、社会建设全过程和各方面的系统工程，反映了一个社会的文明进步状态。生态文明建设是关系人民福祉、关乎民族未来的大计，是实现中华民族伟大复兴的中国梦的重要内容。习近平总书记指出：“我们既要绿水青山，也要金山银山。宁要绿水青山，不要金山银山，而且绿水青山就是金山银山。”并强调以系统工程思路抓生态建设，按照系统工程的思路，抓好生态文明建设重点任务的落实，切实把能源资源保障好，把环境污染治理好，把生态环境建设好，为人民群众创造良好生产生活环境。

## 2.2 指标体系的构建原则

深刻解读生态文明的内涵以及习近平总书记的重要讲话，参照国家生态文明试验区的相关规定，结合江西省的地域特色<sup>[17]</sup>，将生态资源、生态环境、生态经济、生态民生四个方面作为评价江西省生态文明水平的一级指标，每个一级指标下设立多项二级指标进行具体分析。对二级指标的选取应做到精简的同时较大程度上能够对一级指标做出合理的解释，各项二级指标之间还应有一定的差异性，从不同的方面尽可能的表示一级指标。针对部分缺乏数据的指标，采用相近或类似的指标进行代替或根据原始数据进行数学运算。

## 2.3 指标的选取

根据生态文明的内涵及指标体系的构建原则，建立由生态资源、生态环境、生态经济、生态民生四类一级指标构成的生态文明建设指标体系框架，针对各项一级指标共选取了 21 个具体二级指标。

生态资源。反映了地区的生态资源情况，从现阶段的治理来看，生态资源指标下包括森林、土地、水源等生态资源。因而，一级指标下设有森林覆盖率、单位面积粮食产量率、人均水资源拥有量、工业用水重复率、一般工业固体综合利用率五项二级指标来表示生态自然资源情况。

生态环境。从土地、空气、水源、绿化四个方面建立二级指标。其中水源方面，2014 年城镇生活污水占污水总量的 68.69%（废水总排放量 208 289 万吨，生活污水排放量 143 079 万吨），而生活污水主要的污染源为化学需氧量 COD 和氨氮，故选取城镇生活污水中 COD 和氨氮的排放率作为衡量生态环境中水源污染的指标。SO<sub>2</sub> 和 PM<sub>10</sub> 作为大气中的主要污染物，本文将二者的年平均浓度作为衡量各地区空气质量状况好坏的标准。同时，江西省作为一个农业大省，对土壤造成的污染比较严重，其主要污染是农药和化肥的大量使用且没有进行及时处理或未处理，所以本文选取单位耕地面积农用化肥和农药的使用量两项二级指标表示土壤环境状况。需要在此说明的是：上述两项指标具有一定的地域特色，并不一定适用于其他省市对生态环境状况的评定。

生态经济。突出地区经济发展的质量，反映地区的经济结构，以单位 GDP 能耗、单位 GDP 工业废气的污染、单位 GDP 废水排放量、第三产业生产总值占 GDP 比重四项作为二级指标。通过这些指标能够一定程度上表现生态经济发展的状况。显然，生态经济发展的越好，经济结构就更加完善合理，经济发展的质量就越高。

生态民生。作为生态文明的重要内涵，人民生活水平的高低是体现生态文明程度的重要组成。评价人民的生活水平，主要从人们的住、行、医疗、教育情况这几个方面考虑，指标涉及人均道路面积、人均住房面积、人均公园绿地面积、千人拥有执业医师数量、教育支出占财政公共支出比重。

为了消除城市规模性造成的差异，部分选取的指标用人均单位表示，指标体系具体见表 1。其中，指标前带\*号的为具有地域特色的指标。

### 3 评价方法及步骤

#### 3.1 评价方法

##### 3.1.1 线性比例变换法

设样本数  $n$ , 指标数量  $m$ ,  $x_{ij}(i=1, 2, 3, \dots, n; j=1, 2, 3, \dots, m)$  为第  $i$  个样本在第  $j$  个指标的原始数值,  $X'_{ij}$  为标准化后的效用值。采用极大极小值方法, 正向指标 (如人均 GDP)、负向指标 (如单位 GDP 能耗) 完成标准化。

$$X'_{ij} = \frac{x_{ij}}{x_{i \max j}} \quad (1)$$

正向指标:

$$X'_{ij} = \frac{x_{i \min j}}{x_{ij}} \quad (2)$$

负向指标:

其中:  $x_{i \max j}$  和  $x_{i \min j}$  分别表示第  $i$  个样本中第  $j$  项指标中的最大值和最小值, 经过线性比例变换之后, 正、逆向指标均化为正向指标, 且考虑了指标值的差异性。

##### 3.1.2 灰色关联分析

灰色关联度分析是基于灰色系统理论形成的一种系统分析方法, 其基本思路是通过几何关系对因素间动态变化的趋势进行比较, 几何关系越接近则变化趋势越接近, 关联程度越高。在本研究中则认为, 比较序列与基准序列的几何关系越接近其综合水平, 发展程度越符合规划设定的目标。灰色关联度分析对数据的要求相对宽松, 计算原理相对简单, 结果也直观易于解读。先做关联分析先要制定参考的数据列, 记母序列  $x_0 = \{x_0(1), x_0(2), \dots, x_0(n)\}$ ; 比较序列  $x_i = \{x_i(1), x_i(2), \dots, x_i(n)\}$ ; 求基准序列与比较序列的灰色关联系数, 公式如下:

$$\xi_i(k) = \frac{\min_i \min_k |x_0(k) - x_i(k)| + \delta \max_i \max_k |x_0(k) - x_i(k)|}{|x_0(k) - x_i(k)| + \delta \max_i \max_k |x_0(k) - x_i(k)|} \quad (3)$$

其中:  $\delta$  为分辨系数。

##### 3.1.3 熵权法

熵权法是一种客观赋权方法。根据信息论基本原理, 信息是系统有序程度的度量, 而熵则是系统无序程度的度量。因此, 可用系统熵来反映其提供给决策者的信息量大小, 系统熵可通过熵权法得到。在具体使用过程中, 熵权法根据各指标的变异程度, 利用信息熵计算出各指标的熵权, 再通过熵权对各指标的权重进行修正, 没有加入人的主观因素, 从而得出较为客观的指标权重。利用熵信息的概念确定权重, 第  $j$  个属性下第  $i$  个方案的贡献度:

$$P_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=1}^m x_{ij}} \quad (4)$$

各方案对属性  $X_j$  的贡献总量:

$$E_j = -\sum_{i=1}^m P_{ij} \ln(P_{ij}) / \ln m \quad (5)$$

则各属性权重为  $W_j$  :

$$W_j = \frac{d_j}{\sum_{j=1}^n d_j} \quad (6)$$

其中:  $d_j = 1 - E_j$ ;  $\sum_{j=1}^n W_j = 1$ 。

### 3.2 评价步骤

(1) 数据的标准化处理。本文将获取的原始数据按照以上公式 (1)、(2) 进行标准化处理, 使得其值域为 [0, 1]。

(2) 计算灰色关联系数。对原始数据进行以上标准化处理过后, 将标准化数据根据公式 (3) 计算各样本的灰色关联系数, 记各地区的灰色关联系数为  $\xi_i$ 。

(3) 确定各项指标的权重。为避免认得主观因素, 采用熵权法确定各项二级指标的权重, 由公式 (4) ~ (6) 可计算个指标权重大小, 记各项权重为  $W_k$ , 其中,  $\delta=0.5$ 。

(4) 计算灰色加权关联度。绝对关联度的表达式为:

$$r_i = \sum_{k=1}^n W_k \xi_i(k) \quad (7)$$

对一个多层组成的多层评价系统, 最终关联度的计算方法利用上述公式 (7) 将第  $k$  层各指标的关联系数进行合成, 分别得到它们所属上一层即  $k-1$  层各指标的关联度; 然后把这一层所得的关联度作为原始数据, 继续得到  $k-2$  层各指标的关联度, 以此类推, 直到求出最高层次指标的关联度为止。

(5) 评价结果分析。根据灰色加权关联度的大小, 对各被评价对象进行排序, 建立被评价对象的关联序, 关联度越大其评价结果越好, 同时通过各指标的灰色关联度得分找到各个被评价对象存在的问题, 从中找到解决问题的方法和途径。

## 4 实证分析

#### 4.1 生态文明评价指标分析

为确保研究的科学性、可比性，且满足研究方法所必需的完整样本，基于《2015 江西省统计年鉴》《2014 年江西省环境状况公报》《2015 年江西省环境统计年报》以及 2014 年中国城乡建设数据库、江西省各地市政府公报等最新的面板数据，以每一指标属性值的最大值组成的序列作为母序列，以江西省 11 个市的样本作为比较序列，对原始数据进行归一化处理后采用熵权法确定各项二级指标的权重，得到权重分配，具体结果见表 1 ~ 表 4。从表中评价结果可看出：四类一级指标的重要性排序依次为生态经济、生态环境、生态资源、生态民生。其中，生态环境权重最大。需要特别说明的是，由于权重的大小是根据熵权法确定，因此权重越大，指标内样本的差距就越大。其次，二级指标权重较大的分别是：单位 GDP 工业废气排放量、单位废水的 COD 含量，对于这些指标需要重点关注，加大监管和治理力度。

表1 江西省地级市生态文明评价指标体系

一级指标	二级指标	单位	指标性质
生态经济 (Y <sub>1</sub> )	单位 GDP 能耗(X <sub>11</sub> )	万吨标准煤	逆向指标
	单位 GDP 工业废气排放量(X <sub>12</sub> )	吨	逆向指标
	单位 GDP 废水排放量(X <sub>13</sub> )	万吨	逆向指标
	第三产业生产总值占 GDP 比重(X <sub>14</sub> )	%	正向指标
生态环境 (Y <sub>2</sub> )	建成区绿化覆盖率(X <sub>21</sub> )	%	正向指标
	SO <sub>2</sub> 年平均浓度(X <sub>22</sub> )	mg/m <sup>3</sup>	逆向指标
	PM <sub>10</sub> 年平均浓度(X <sub>23</sub> )	mg/m <sup>3</sup>	逆向指标
	*单位耕地面积农用化肥使用量(X <sub>24</sub> )	吨 / 公顷	逆向指标
	*单位耕地面积农药使用量(X <sub>25</sub> )	吨 / 公顷	逆向指标
	城镇生活污水中氨氮排放率(X <sub>26</sub> )	%	逆向指标
	城镇生活污水中 COD 排放率(X <sub>27</sub> )	%	逆向指标
生态资源 (Y <sub>3</sub> )	人均水资源拥有量(X <sub>31</sub> )	万立方米 / 人	正向指标
	单位耕地面积粮食产量(X <sub>32</sub> )	千克 / 平方米	正向指标
	森林覆盖率(X <sub>33</sub> )	%	正向指标
	工业用水重复利用率(X <sub>34</sub> )	%	正向指标
	一般工业固体废物综合利用率(X <sub>35</sub> )	%	正向指标
生态民生 (Y <sub>4</sub> )	千人拥有执业医师数量(X <sub>41</sub> )	人 / 千人	正向指标
	人均公园绿地面积(X <sub>42</sub> )	平方米 / 人	正项指标
	人均道路面积(X <sub>43</sub> )	平方米 / 人	正向指标
	人均住房面积(X <sub>44</sub> )	平方米 / 人	正项指标
	教育支出占财政公共支出比重(X <sub>45</sub> )	%	正向指标

表2 灰色关联得分表

城市	$X_{11}$	$X_{12}$	$X_{13}$	$X_{14}$	$X_{21}$	$X_{22}$	$X_{23}$	$X_{24}$	$X_{25}$	$X_{26}$	$X_{27}$	$X_{31}$	$X_{32}$	$X_{33}$	$X_{34}$	$X_{35}$	$X_{41}$	$X_{42}$	$X_{43}$	$X_{44}$	$X_{45}$
南昌	0.898	0.896	1.000	1.000	0.697	0.525	0.627	0.509	1.000	1.000	1.000	0.361	0.936	0.374	0.757	0.937	1.000	0.597	0.506	0.456	0.639
景德镇	0.572	0.428	0.633	0.742	1.000	1.000	0.814	0.565	0.627	0.511	0.458	0.511	0.593	0.743	0.588	1.000	0.463	0.519	0.667	0.505	0.537
萍乡	0.387	0.390	0.591	0.733	0.664	0.423	0.880	0.473	0.450	0.465	0.432	0.424	0.874	0.760	1.000	0.963	0.874	0.520	0.550	0.484	0.558
九江	0.486	0.816	0.707	0.840	0.974	0.641	0.718	0.430	0.379	0.587	0.571	0.494	0.933	0.603	0.651	0.523	0.671	0.803	0.733	0.498	0.708
新余	0.384	0.398	0.725	0.804	0.963	0.419	0.563	0.525	0.561	0.859	0.822	0.472	0.590	0.621	0.993	0.820	0.802	1.000	0.333	0.707	0.544
鹰潭	0.763	0.419	0.694	0.643	0.681	0.423	0.934	0.580	0.580	0.430	0.483	0.602	0.630	0.632	0.938	0.773	0.446	0.457	0.483	0.447	0.519
赣州	0.723	1.000	0.683	0.910	0.652	0.452	0.834	0.479	0.417	0.468	0.436	0.499	0.658	1.000	0.446	0.716	0.633	0.753	0.588	0.467	0.804
吉安	1.000	0.397	0.666	0.681	0.788	0.498	0.966	0.462	0.442	0.451	0.411	0.738	0.661	0.790	0.555	0.974	0.537	0.943	0.525	0.445	0.917
宜春	0.497	0.448	0.672	0.645	0.729	0.477	0.662	0.611	0.552	0.428	0.427	0.591	0.874	0.627	0.561	0.826	0.505	0.405	1.000	0.441	0.784
抚州	0.739	0.399	0.752	0.681	0.822	0.583	1.000	0.485	0.391	0.434	0.405	1.000	1.000	0.735	0.454	0.816	0.476	0.861	0.552	0.474	0.788
上饶	0.697	0.415	0.690	0.790	0.815	0.423	0.880	1.000	0.425	0.395	0.398	0.624	0.704	0.690	0.748	0.345	0.567	0.627	0.428	1.000	1.000

根据式 (3) 计算出每个城市各二级指标的灰色关联得分, 见表 2。

为了更好地分析问题, 本文针对每一项二级指标下各地区的灰色关联得分加权, 得到各二级指标的平均灰色关联得分, 综合权重得出权重—平均灰色关联得分二维表, 如表 3 所示。

表3 权重—灰色关联得分二维表

二级指标	权重	平均灰色关联得分	二级指标	权重	平均灰色关联得分
$X_{11}$	0.073	0.65	$X_{31}$	0.066	0.574
$X_{12}$	0.127	0.546	$X_{32}$	0.011	0.768
$X_{13}$	0.005	0.71	$X_{33}$	0.039	0.689
$X_{14}$	0.005	0.77	$X_{34}$	0.037	0.699
$X_{21}$	0.005	0.798	$X_{35}$	0.064	0.791
$X_{22}$	0.056	0.533	$X_{41}$	0.039	0.634
$X_{23}$	0.009	0.807	$X_{42}$	0.048	0.68
$X_{24}$	0.033	0.556	$X_{43}$	0.085	0.579
$X_{25}$	0.008	0.529	$X_{44}$	0.045	0.539
$X_{26}$	0.072	0.548	$X_{45}$	0.019	0.709
$X_{27}$	0.084	0.531	$X_{45}$	0.047	0.648

以各个二级指标的重要程度 (权重表示) 作为横轴, 以各项二级指标的灰色关联度 (各样本灰色关联得分均值表示) 为纵轴, 以各项二级指标的权重均值 (0.047) 和灰色关联得分均值 (0.648) 作为重要程度和灰色关联度的分界点  $X^{*18}$ , 通过 EXCEL 绘制四象限图, 如图 1 所示。

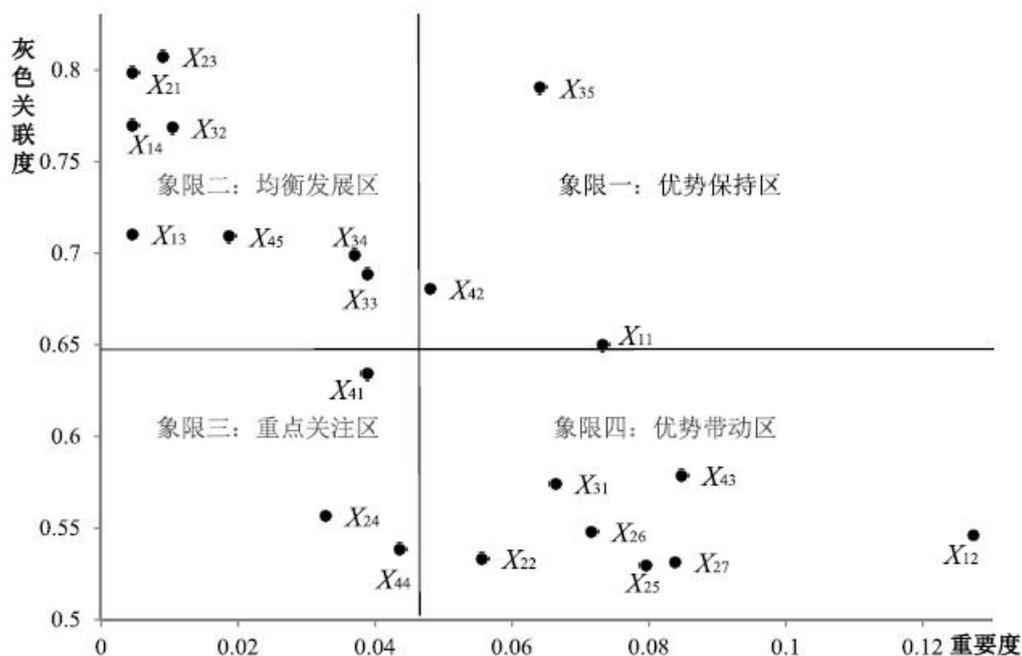


图1 二级指标分类四象限图

#### 4.2 指标四象限化分析

可以看出，江西省生态文明建设的各项指标有过半处于均衡发展区，极少数指标位于重点关注区，说明江西省生态文明的总体发展处于相对均衡的状态。

(1) 象限一：优势保持区。对于重要度（权重）较高并且得分（灰色关联度）也较高的二级指标将其划到一象限。由于一象限内指标权重较大，其重要程度较高，同时该象限内指标的关联得分具有一定优势，说明省内大部分城市在该象限内的指标下发展良好，少部分城市发展相对落后，发展良好的城市需要继续保持自己的优势，因此将该象限作为优势保持区。以一般工业固体废物综合利用率指标  $X_{35}$  为例，其权重（0.064）较大的同时得分（0.790）也较高，从样本上看，景德镇（1.0）吉安市（0.974）具有明显优势，上饶市（0.345）在该方面存在较大的劣势，剩余的城市都保持着良好发展，可以看出，在一半固体废物综合利用率指标上，大部分城市保持良性发展，个别城市的发展落后。

(2) 象限二：均衡发展区。对于重要度（权重）较低但是得分（灰色关联度）较高的二级指标我们将其划到二象限。对于二象限内的指标，其权重较小，说明在此象限内的指标下，各城市之间发展差异较小，发展相对均衡的同时又保持良性的发展，因此将该象限作为均衡发展区。以PM10年平均浓度  $X_{23}$  为例，该指标的得分达到了0.807，但是权重为0.009，各城市之间的差异很小，绝大部分样本得分都超过了0.7，剩下极个别得分在0.5到0.7之间，从数据上可以看出，新余、南昌、宜春的PM10污染相对整体较严重，而江西省整体的PM<sub>10</sub>污染较轻。

(3) 象限三：重点关注区。对于重要度（权重）较低同时得分（灰色关联度）也较低的二级指标我们将其划到三象限。各城市的发展在其指标下差异相对不明显，但是指标的得分相对其他象限普遍偏低，在该象限内的指标下，各个城市的发展相对其他象限指标较落后，说明这些指标下，江西省整体的发展水平都比较落后，改善难度较大，因此将该象限作为重点关注区。以单位耕地面积农用化肥使用量指标  $X_{21}$  为例，80%以上的城市得分处于0.4到0.6之间，少数城市（宜春：0.61）大于0.6，整体水平偏低，样本之间的差异性较小，短期内改善的难度较大，这些城市将做长期上的规划才使得江西省的整体水平得到提

升。但对于千人拥有执业医师数量指标  $X_{11}$  处于灰色关联得分均值线（0.695）边缘，有直接向均衡发展区转移的趋势，针对该指标可进行优先改进。

（4）象限四：优势带动区。对于重要度（权重）较高但是得分（灰色关联度）较低的二级指标我们将其划到四象限。此区域内的指标得分较低，但其权重很大，其指标下各样本的差距很大，说明在这些指标下各城市发展程度参差不齐，大部分还是发展较为落后，少数个别地区发展良好，使得整体的发展水平滞后，为了整体的协调均衡发展，希望优良发展的地区能够带动相对落后地区的发展，做到整体的共同进步发展，因此将该象限作为优势带动区。以单位 GDP 工业废气排放量指标  $X_{12}$  为例，从总体上看，该项指标得分只有 0.546，权重为 0.127，样本间差异相对较大，该指标下大部分地区得分较低，处于 0.35 到 0.45 之间，小部分城市得分相对较高，如景德镇（0.896）、九江（0.816），极个别城市得分极高，如吉安市。总的来说，大部分地区都是以大量的工业废气的排放来换取经济上的收益，小部分地区经济发展的质量较高，用仅少量的废物废气污染带来同等的经济效益。以总体均衡发展为目的，由经济发展质量较高的地区带动相对较低的发展。

以生态文明的均衡发展为目标，对上述四象限内的指标进行重点关注区内的指标向优势带动区或均衡发展区转化，优势带动区向优势保持区的转化，优势保持区向均衡发展区的转化，促进生态文明水平整体提升和生态文明建设均衡发展。转换关系如图 2 所示。

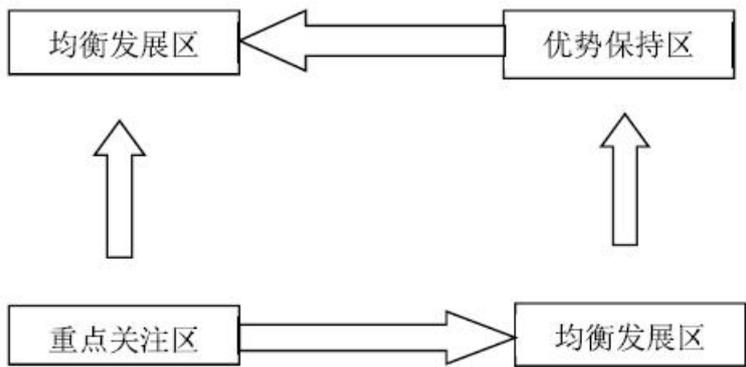


图2 区域指标转移路径图

### 4.3 生态文明水平得分分析

根据所求得的二级指标灰色关联系数进行加权并求和得到 11 市的一级关联得分和最终关联度得分，如表 4。由表中的评价结果，可以得到以下三点结论：

表4 各城市加权关联得分

城市	生态经济	排名	生态环境	排名	生态资源	排名	生态民生	排名	总得分	排名
南昌	0.189	1	0.291	1	0.137	9	0.143	7	0.759	1
景德镇	0.103	8	0.212	3	0.155	5	0.132	10	0.602	6
萍乡	0.084	11	0.156	10	0.166	3	0.137	9	0.544	11
九江	0.147	3	0.182	4	0.124	11	0.162	1	0.614	3
新余	0.086	10	0.226	2	0.151	6	0.149	4	0.612	4
鹰潭	0.116	5	0.172	5	0.156	4	0.110	11	0.553	9
赣州	0.188	2	0.155	11	0.142	8	0.146	6	0.631	2
吉安	0.130	4	0.158	9	0.170	2	0.148	5	0.606	5
宜春	0.100	9	0.167	6	0.147	7	0.158	2	0.571	8
抚州	0.112	6	0.158	8	0.175	1	0.142	8	0.587	7
上饶	0.111	7	0.164	7	0.126	10	0.151	3	0.552	10

(1) 从生态文明程度的一级指标得分对比来看，在生态经济方面南昌得分排名第一，作为江西省的省会城市，由于南昌市对第三产业和绿色经济发展的大力支持，从而单位产值的能源消耗较低，经济发展的质量较高。相对而言，萍乡、新余排名靠后，主要受“单位 GDP 能耗”的影响。从生态环境上可知，由于南昌、景德镇、九江的水体污染和大气污染较轻，生态自然环境相对良好，抚州、上饶、萍乡地区水体污染严重导致其生态环境得分较低，矿产资源丰富的上饶在“单位废水氨氮含量”和“单位废水 COD 含量”上均呈现较大的劣势。比较各城市的生态资源情况，抚州、吉安、萍乡占据相对优势，其中：吉安在人均水资源、森林资源上较为丰富。在生态民生方面，南昌、景德镇位居前列，其中：南昌市在医疗资源上明显具有一定的优势，医疗水平相对较高，而九江、宜春地区由于过高的人口密度导致其人均绿地面积、人均住房面积偏低，进而拉低整体的人民生活水平。

(2) 从生态文明程度的一级指标得分值域区间来看，各地区的生态资源得分和生态民生得分落在 $[0.124, 0.175]$ 和 $[0.110, 0.162]$ 区间内，分布相对集中，表明各地区生态资源、生态民生都较为均衡。生态经济的得分属于 $[0.084, 0.189]$ 的值域内，跨度略大，说明各地区在生态资源较为均衡的条件下，由于各城市的科技水平的差距、管理方式和经济结构的差异性导致地区之间的绿色经济发展质量的高低。最后，生态环境的区间跨度最大，得分位于 $[0.155, 0.291]$ 范围内，说明各地区生态环境的综合状况还有较大的差距。

(3) 从生态文明程度各地区的总得分来看。总得分位居前三的是南昌、九江、赣州三个城市，其生态文明水平较高，排名靠后的是萍乡、上饶、鹰潭三个城市，其生态文明水平较低。但就总体而言，各地区生态文明得分的值域范围为 $[0.554, 0.759]$ ，从极值上看：生态文明整体水平还是具有一定的差距，除去极个别城市（南昌市），生态文明得分的值域范围为 $[0.554, 0.631]$ 。总体来说：生态文明的建设发展较为均衡，基本符合“十三五规划”所提出“走生态良好的均衡发展道路”的重要宗旨，但与此同时南昌市作为江西省的龙头城市，对省内的其他城市还需起到一定带动作用。

#### 4.4 分析小结

(1) 根据熵权法计算出各项指标的权重值得出：四类一级指标的重要性排序依次为：生态经济、生态环境、生态资源、生态民生。其中，生态环境权重最大。二级指标权重较大的分别是：单位 GDP 工业废气排放量、城镇污水 COD 排放率，针对权重相对较大的指标给予重视及改善。

(2) 依据各二级指标的灰色关联得分和权重将二级指标的四象限图分为优势保持区、均衡发展区、重点关注区、优势带动区。在各二级指标上，各地区均或多或少的存在一些不足，都有待提升的空间。针对这四个区需要实施不同的措施和战略使整体得以协调发展。促进各区域指标向均衡发展区的转移，实现生态文明的均衡协调发展。

(3) 根据评价结果及其排序可得出：南昌、赣州、九江地区的生态文明水平在总体上位于江西省前列，萍乡、上饶、鹰潭地区偏低。就四个一级指标而言，各地区都还存在一定的差异，但是相比较而言，生态资源的差距要小于其他一级指标下各城市间差距。

## 5 相关建议

本文就以上分析结果，针对江西省生态文明建设均衡协调发展给出如下建议：

(1) 根据权重大小可得出：政府需要在生态经济发展上加大科技投入力度，缩小江西省各城市间科技水平所带来的差异，改善经济产业结构，大力发展绿色低碳经济。如新余、萍乡地区在“单位生产总值能耗”“单位 GDP 工业废气排放量”两项指标下得分均较低，具有较大的改进空间。对于绿色经济发展较差的新余和萍乡建议加大技术投入，提高能源利用更新设备，改进工艺，优化能源消费结构，发展集约型经济，采用科学的管理手段，提高能源的利用效率，制定控制工业企业废气的排放措施，严格控制高污染、高能耗的工业项目，进一步降低工业废气排放量。

(2) 根据四象限图的分类，对于优势保持区指标，具有一定优势的城市需要保持其优势继续发展，同时加强个别偏弱地区的发展，降低各地区之间的差异性，促进其向均衡发展区的转移。对于均衡发展区内的指标需要继续保持良好的协调的发展，实现江西省整体的共同发展。而对于重点关注区，短期内改善难度较大，需要一个长期的战略及改善措施得以取得整体的进步，可先发挥个别地区优势，向优势带动区转移，以均衡发展区为最终目标。最后，对优势带动区内的各二级指标，大部分的地级市都处于较差水平，仅有极少数地区发展较好，例如：单位 GDP 工业废气排放量指标  $X_{12}$  下，绝大部分地区都是以排放大量的废气来换取经济上的收益。极个别地区如南昌是以相对较小的污染来获取了同等的经济利益，在绿色经济的发展上具有较大的优势，但没有很好的带动作用，因此需要具有优势的地区对劣势地区起到一个引领和带动作用，缩小各城市间差距，在各地之间产生一定的竞争力，促进各地区之间的平衡发展，向均衡发展区看齐。

(3) 根据灰色关联得分的评价结果，本文针对各指标下的最劣势地区给出建议。从四类一级指标可以看出，萍乡在生态经济上较为靠后，其生态经济水平偏低的主要因素是生产单位 GDP 所带来的废水废气污染较严重，因此需要加强科技投入，重视科技创新，改进工艺水平，优化产业结构，采用科学的管理手段，提高能源的利用效率，严格控制高污染、高能耗的工业项目，进一步降低废水废气的排放。生态环境方面，抚州、上饶地区相对较差，具有很大的上升空间。究其原因，主要是农药的过量使用对土地以及水质的污染严重。农药的大量使用，不仅仅是对土壤造成污染，还包括大气、水体和作物。进入环境的农药在环境各要素间迁移、转化并通过食物链富集，最后会对生物和人体造成危害。当地需要严格按照相关要求，预防为主，综合防治。严禁使用高毒、高残留农药，掌握作物生长规律进行合理搭配用药。在生态治理方面，新余作为江西省的新兴工业城，发达的工业率和城市化率带来了严重的工业污染，同时对工业污染的治理花费了超量的经济成本，当地应该提倡节能减排，降低有毒有害物的排放，加大宏观调控力度，完善环境保护法律法规，坚持生态环境与社会经济的协调发展。切勿走“先污染，后治理”的道路。在生态民生方面，赣州过高的人口密度致使人民生活水平的各项指标均出现劣势。人口密度过高，城市人均道路面积和人均住房面积还处于拥挤阶段，优化城市空间，减低人口密度，提高城市居民住房面积才能进一步提高人民生活水平。

### 参考文献：

[1]刘树铎. 潘岳：生态文明是社会文明体系的基础[N]. 中国经济报, 2006-09-18 (01).

- 
- [2]谷树忠, 胡咏君, 周洪. 生态文明建设的科学内涵与基本路径[J]. 资源科学, 2013 (1) : 2-13.
- [3]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 (4) : 15-21.
- [4]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.
- [5]朱玉林, 李明杰, 刘旖. 基于灰色关联度的城市生态文明程度综合评价——以长株潭城市群为例[J]. 中南林业科技大学学报(社会科学版), 2010 (5) : 77-80.
- [6]冯银, 成金华, 张欢. 基于资源环境 AD-AS 模型的湖北省生态文明建设研究[J]. 理论月刊, 2014 (12) : 134-137.
- [7]李茜, 胡昊, 李名升, 等. 中国生态文明综合评价及环境、经济与社会协调发展研究[J]. 资源科学, 2015(7): 1444-1454.
- [8]孙欣, 赵鑫, 宋马林. 长江经济带生态效率评价及收敛性分析[J]. 华南农业大学学报(社会科学版), 2016 (5) : 1-10.
- [9]王昕宇, 黄海峰. 基于生态足迹模型的县域可持续发展研究——以宜宾市为例[J]. 农村经济, 2016 (7) : 84-89.
- [10]李争, 朱青, 花明, 等. 基于 PSR 模型的江西省生态文明建设评价[J]. 贵州农业科学, 2014 (12) : 249-252, 258.
- [11]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.
- [12]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 (4) : 174-180.
- [13]张振东, 张延飞, 唐鑫. 江西省生态文明建设的系统仿真与优[J]. 长江流域资源与环境, 2016 (9) : 1403-1411.
- [14]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 (2): 547-556.
- [15]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[J]. 生态学杂志, 2015 (1) : 295-302.
- [16]黄洁, 吝涛, 胡灯进. 基于网络分析的生态建设评估指标体系定量选取——以福建省为例[J]. 生态学报, 2015 (3) : 686-695.
- [17]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.
- [18]张拓宇, 周婧博. 基于灰色关联度分析的城市生态宜居水平研究——以 2003—2013 年天津市样本数据为例[J]. 未来与发展, 2016 (4) : 107-112.