

基于趋优融合灰色熵权法的生态经济综合 指数动态评价 ——以江西省为例¹

孙步忠，范 恒，黄士娟，何意雄

（南昌大学 旅游学院，江西 南昌 330031；

南昌大学 经济管理学院，江西 南昌 330031）

【摘 要】：论文从社会发展、经济增长、生态建设、资源利用和环境保护 5 个方面构建生态经济综合指数评价指标体系。基于 2009-2013 年江西省 11 个地级市的面板数据，利用熵权法对指标客观赋权，从评价者对生态经济评价趋优考虑的角度，构建趋优融合下的灰色关联分析模型，对江西省各地市的生态经济综合指数进行动态评价研究。运用系统聚类方法将各区域不同维度下的生态经济发展水平划分为三类：I 类城市：南昌市、景德镇市和萍乡市；II 类城市：九江市、新余市、鹰潭市和赣州市；III 类城市：吉安市、宜春市、抚州市和上饶市，并提出相关对策建议，以供参考。

【关键词】：生态经济评价；动态评价；趋优融合；聚类分析

【中图分类号】：F062.2 **【文献标识码】**：A **【文章编号】**：1671-4407（2017）12-077-06

1、引 言

生态经济在我国社会经济发展愈发追求质量与协调的背景下受到广泛关注。党的十七大提出生态文明建设的概念和任务。党的十八大提出全面落实经济建设、政治建设、文化建设、社会建设、生态文明建设五位一体总体布局，并指出“建设生态文明，是关系人民福祉、关乎民族未来的长远大计”。生态经济学既要重视人类社会发展的成果，也要重视自然、宇宙生存发展的规律^[1]。

生态经济评价是以生态经济学理论的研究为基础，在评价分析各地区的经济发展状况时，充分纳入生态经济学的研究要素。生态经济发展的总目标是社会经济的变量和生物物理的变量共同作用的函数，生态经济强调经济与生态系统之间的协调。江西省正在大力进行生态文明建设，全力打造生态文明先行示范区。2014 年 11 月，国家发改委等六部委正式批复的《江西省生态文明先行示范区建设实施方案》提出，江西建设生态文明经济区，要实施 9 大类 50 个生态工程项目。通过评价江西省各地级市的

¹**【基金项目】**：国家社会科学基金一般项目“建立主体功能区制度的流域行政区合作机制及政策研究”（12BJL071）；江西省高校人文社会科学重点研究基地南昌大学旅游研究院招标项目“鄱阳湖生态区建设中的流域生态补偿政策研究”

【第一作者简介】：孙步忠（1970-），男，博士，副教授，硕导，研究方向为生态经济。E-mail: sunbuzhong@sina.com

生态经济发展现状,可以充分发掘限制和促进其生态经济发展的因子,为经济规划和发展模式的选择起到指导作用。江西省已将生态经济作为政府考核的一项重要指标,实行专项考核和综合考核相结合的办法来评价干部的实际工作业绩^[2],这对江西省各市进行生态经济的动态综合评价研究更具参考意义和实用价值。

2、研究设计

2.1 文献综述

“生态经济学”概念最早由美国经济学家 Boulding^[3]于 1966 年在《一门科学——生态经济学》论文中提出,他认为传统经济发展忽视了自然生态环境,导致人类经济活动走入了有增长无发展的不良循环模式。生态经济研究综合性强,涉及学科范围广,学者们分别从生态学、地理学、管理学及经济学等领域,以不同的视角进行研究。国外在生态经济研究上已取得重要成果,其中最具代表的是环境库兹涅茨曲线(EKC)——Grossman&Krueger^[4]的研究发现,经济发展与资源环境变化之间存在由互竞互斥到互适互补的过程,生态环境与经济发展呈现倒“U”型关系。之后国外学者遵循这一范式进行了一系列研究^[5-6]。Common & Perrings^[7]认为单纯的生态保护无法恢复恶化的生态环境,生态与经济必须相辅相成才能实现可持续发展。Wackemagel & Rees^[8]计算了 52 个国家和地区的生态足迹,结果表明近三分之二的国家存在生态赤字。Gowdy & O’ Hara^[9]认为技术进步能够支撑起生态环境中的源和汇的功能,消除资源的束缚,使经济永续增长。Chen^[10]研究发现不合理的人类活动对山地环境的破坏加速了生态与经济间的恶性循环。

由此可见,目前国际上对于生态经济的前沿研究主要集中在以下领域:①建立环境 and 经济整合账户;②可持续发展的衡量;③自然资源的评估;④资源的可持续利用和环境政策的管理。

我国对该领域的研究较晚,学者们逐渐探索,相继产生了诸多研究成果。王思远等^[11]在遥感和 GIS 支持下,对黄河流域近十年的生态环境进行综合评价和演替分析,在不同空间尺度下反映了黄河流域在 1980-1990 年的生态环境质量状况;戴全厚等^[12]以小流域生态经济系统可持续发展为目标,以黑牛河小流域为例进行了实证研究,从资源与环境可支撑性、系统运行稳定性及效益显著性三方面对小流域可持续发展提出具体实施对策;郭莉和郭亚军_基于生态效率增长和环保投入的平衡关系,构建区域生态经济评价模型,对中国 30 个城市的经济环境协调状况进行综合评价;汤洁等^[14]运用能值分析法对霍林河流域下游生态经济系统进行了能值计算和可持续发展能力评价;华瑾等^[15]从结构、功能和响应三方面选取了 20 个指标构建左江流域农业生态经济系统健康的评价指标体系,并运用多种方法在流域尺度上对左江流域 8 个农业生态区进行农业生态系统健康评价;任春燕^[16]通过对农业生态经济系统效益进行量化,运用 AHP 法进行分析,更加直观地表达了流域农业生态经济系统效益变化趋势;秦伟山等^[17]从地理学角度探讨了生态文明城市的内涵,构建了生态文明城市建设水平评价指标体系并提出了相应的测度方法。

综上所述,我国生态经济评价机制普及与应用水平都有了很大提高,但主要以静态评价为主,缺乏动态评价研究。而生态经济评价研究实质是对“社会—经济—自然”复合系统的研究,生态经济的发展变化与观测时间的长短密切相关,因此非常有必要在生态经济评价中引入时间因素进行动态综合评价。本文创建了趋优融合的灰色熵权评价方法,对 2009-2013 年江西省 11 个地级市的生态经济进行动态综合评价研究,并针对评价结果提出相应的对策建议。

2.2 指标体系构建与数据来源

2.2.1 指标体系的构建

根据现有相关研究成果^[13, 15, 17],按照生态经济学理论,将人类活动引起的生态环境成本整合进经济分析中,形成“社会—经济—自然”的系统视角,并结合江西省生态经济评价的理论内涵,可知各市的生态经济评价应该包括社会发展、经济增长、生态建设、资源利用和环境保护五方面。据此,从构建评价指标体系的科学性、系统性、层次性、区域性、代表性和数据的可

获得性等原则出发,参照黄和平等^[18]构建的鄱阳湖生态经济区生态指数指标体系构架,构建江西省各市生态经济评价指标体系,该指标体系框架为“目标层—准则层—指标层”(1-5-21)评价框架,详见表1。

表1 生态经济评价指标体系

标层	准则层	指标层	指标性质	2009 权重	2010 权重	2011 权重	2012 权重	2013 权重
生态经济评价指标体系	社会发展	城镇就业率/% (X_1)	正向	0.033	0.034	0.028	0.027	0.034
		毕业生率/% (X_2)	正向	0.060	0.051	0.076	0.079	0.072
		人口自然增长率/% (X_3)	逆向	0.044	0.046	0.057	0.062	0.075
		城市化率/% (X_4)	正向	0.052	0.056	0.064	0.064	0.065
		人均消费水平/元 (X_5)	正向	0.049	0.048	0.052	0.054	0.038
	经济增长	人均GDP/元 (X_6)	正向	0.066	0.051	0.059	0.056	0.056
		人均可支配收入/元 (X_7)	正向	0.065	0.062	0.060	0.057	0.056
		人均教育经费支出/元 (X_8)	正向	0.041	0.060	0.044	0.039	0.031
		第三产业占GDP比重/% (X_9)	正向	0.028	0.025	0.030	0.037	0.042
		环保投入占GDP比重/% (X_{10})	正向	0.033	0.041	0.041	0.037	0.038
	生态建设	森林覆盖率/% (X_{11})	正向	0.014	0.015	0.015	0.014	0.015
		生态用地覆盖率/% (X_{12})	正向	0.031	0.033	0.032	0.030	0.030
		城市绿地覆盖率/% (X_{13})	正向	0.027	0.045	0.030	0.032	0.037
		人均绿地面积/ m^2 (X_{14})	正向	0.035	0.022	0.022	0.043	0.028
	资源利用	能源利用效率/(万元/吨标准煤) (X_{15})	正向	0.023	0.023	0.027	0.025	0.032
		水资源利用效率/(元/吨) (X_{16})	正向	0.047	0.047	0.050	0.043	0.045
	环境保护	氮氧化物排放效率/(元/吨) (X_{17})	正向	0.081	0.068	0.070	0.064	0.065
		SO ₂ 排放环境效率/(元/吨) (X_{18})	正向	0.067	0.047	0.047	0.038	0.039
		工业固体废物排放环境效率/(元/吨) (X_{19})	正向	0.076	0.064	0.067	0.064	0.066
		危险废弃物排放环境效率/(元/吨) (X_{20})	正向	0.072	0.111	0.063	0.062	0.066
		工业烟尘排放环境效率/(元/吨) (X_{21})	正向	0.057	0.051	0.068	0.072	0.072

2.2.2 数据来源

所采用数据来源于江西省统计局官方网站和中国知网《中国经济与社会发展统计数据库》,部分指标需要通过公式计算得到。指标计算公式为:

(1) 城镇就业率=(城镇就业人员/城镇人口数)×100%;

(2) 毕业生率=(高等教育毕业生总数/总人口)×100%;

(3) 城市化率=(城镇人口数/总人口数)×100%;

(4) 能源利用效率=(地区生产总值/煤炭消费量)×100%;

(5) 水资源利用效率=(地区生产总值/用水总量)×100%;

(6) 氮氧化物排放效率=(地区生产总值/氮氧化物排放总量)×100%;

(7) SO₂排放环境效率=(地区生产总值/SO₂排放总量)×100%;

(8) 工业固体废弃物排放环境效率=(地区生产总值/工业固体废弃物排放总量)×100%;

(9) 危险废弃物排放环境效率=(地区生产总值/危险废弃物排放总量)×100%;

(10) 工业烟尘排放环境效率=(地区生产总值/工业烟尘排放总量)×100%。

2.3 研究方法

2.3.1 熵权法

熵权法是一种纯粹依据各指标观测值所提供信息量大小来确定指标权重的方法，是一种客观的权重计算方法。假定有 n 个被评价对象，m 项评价指标，下面是熵权法确定指标权重的具体步骤：

(1) 对原始数据进行无量纲化处理，因为熵权法要求待处理的数据不为 0，所以采用功效系数法来消除不同指标数据的量纲，具体公式如下：

$$x'_{ij} = \{[x_{ij} - \min(x_{ij})] / [\max(x_{ij}) - \min(x_{ij})]\} \times 0.9 + 0.1 \quad (正向极大型指标);$$

$$x'_{ij} = \{[\max(x_{ij}) - x_{ij}] / [\max(x_{ij}) - \min(x_{ij})]\} \times 0.9 + 0.1 \quad (逆向极小型指标)。$$

其中：x_{ij}表示第 i (i=1, 2, …, n) 个被评价地级市的第 j (j=1, 2, …, m) 项评价指标。

(2) 计算指标的熵值 $E_j = -\frac{1}{\ln(n)} (\sum_{i=1}^n P_{ij} \ln P_{ij})$ ，其中 $P_{ij} = x'_{ij} / \sum_{i=1}^n x'_{ij}$ 。

(3) 计算指标的熵权： $w_j = (1 - e_j) / \sum_{j=1}^m (1 - e_j)$ 。

根据 2009-2013 年江西省各市生态经济评价的面板数据，每个截面下利用步骤（1）、（2）和（3）来确定各指标的权重。熵权法确定的指标权重在不同年份有所不同，原因在于不同年份各个生态经济评价指标的观测值有所差异，故各指标不同年份的信息熵不同。信息熵越小，其指标观测值之间的差异越大，评价信息的效用就越高，指标权重就越大；反之亦然。本文数据利用熵权法计算获得的各年份下的指标权重详见表 1。

2.3.2 趋优融合下的灰色关联分析法

灰色关联分析方法根据数据序列曲线几何形状的相似程度来判断不同序列之间的联系是否紧密，它对样本容量和样本规律没有要求，且通常不会出现量化结果与定性分析结果不符的情况^[19]。所以本文从评价者对生态经济评价趋优考虑的角度出发，通过引入前期与本期生态评价系统的理想值参与本期灰色关联分析，创建趋优融合下的灰色关联分析方法对生态经济进行动态综合评价。

具体步骤如下：

第一步：确定生态经济发展的最优状态序列作为参考序列各个被评价地区生态经济发展不同时期的最优状态表现在生态经济评价信息中，就是正向指标的极大化，逆向指标的极小化。为描述方便，这里假设所有的评价指标都是正向的。

$$x(t)^* = \begin{cases} \max[x_{i1}(t), x_{i2}(t), \dots, x_{ij}(t), \dots, x_{im}(t)] & t=1 \\ \max\{x(t-1)^*, \max[x_{i1}(t), x_{i2}(t), \dots, x_{ij}(t), \dots, x_{im}(t)]\} & t>1 \end{cases} \quad (1)$$

其中： $x_{ij}(t)$ 表示第 t ($t=1, 2, \dots, T$) 时期的第 i ($i=1, 2, \dots, n$) 个被评价地级市的第 j ($j=1, 2, \dots, m$) 项评价指标。式 (1) 表示第一期的参考序列取当期各指标最优值构成，其他期取第一期与当期中最优值构成。这样在不同时序下得到的参考序列是一个随着时间变化的发展型序列，这与生态经济发展随着时间的趋优发展状态相符，所以通过各期的指标数据与 $x(t)^*$ 做关联分析，可以反映被评价地区的生态经济的时序趋优情况。

第二步：对所有的数据进行初值化（无量纲化处理）。这里使用所有数据和第一个地区的数据做除法，得到的新数据作为初值（无量纲）化后的数据。

$$x_{ij}(t) = x_{ij}(t) / x_{1j}(t) \quad (2)$$

第三步：计算各个时期各地区生态经济发展指标与当期系统最优指标的关联系数 $\xi_i(j)(t)$ 。

$$\xi_i(j)(t) = \frac{\min_i \min_j |x_j(t)^* - x_{ij}(t)| + \rho \max_i \max_j |x_j(t)^* - x_{ij}(t)|}{|x_j(t)^* - x_{ij}(t)| + \rho \max_i \max_j |x_j(t)^* - x_{ij}(t)|} \quad (3)$$

第四步：计算各个时期各地区的趋优综合关联度 $r_i(t)$ 。

$$r_i(t) = \sum_{j=1}^m [w_j(t) \times \xi_i(j)(t)] \quad (4)$$

其中： $w_j(t)$ 是第 t 时期第 j 个评价指标的权重。

第五步：对静态趋优融合下的灰色关联度 $r_i(t)$ 进行线性加权平均（不考虑时间偏好）得到综合关联度 r_i 。

$$r_i = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T r_i(t) \quad (5)$$

3、实证分析

3.1 评价过程与结果

本文选取江西省 11 个地级市的 2009–2013 年的面板数据进行分析评价。使用基于趋优融合的灰色熵权法对江西省 11 个地级市的生态经济的具体评价步骤如下：

第一步：使用 2.3.1 的熵权法步骤计算出各年份下的指标的权重，如表 1 所示。

第二步：对指标层按照社会发展、经济增长、生态建设、资源利用和环境保护 5 个方面分别使用趋优融合下的灰色关联法的步骤进行评价，再对这五个方面的评价结果进行线性加权得到综合评价结果，详见表 2。

表 2 江西省 11 个地级市生态经济评价结果

年份	地级市	社会发展	排名	经济增长	排名	生态建设	排名	资源利用	排名	环境保护	排名	综合	排名
2009	南昌	0.971	1	0.882	2	0.668	3	0.644	4	0.867	2	0.858	1
	景德镇	0.620	5	0.785	6	0.694	2	0.541	7	0.791	7	0.721	5
	萍乡	0.621	4	0.776	9	0.502	11	0.383	10	0.914	1	0.731	4
	九江	0.583	6	0.778	8	0.625	5	0.469	8	0.782	11	0.695	9
	新余	0.689	2	0.902	1	0.662	4	0.383	11	0.805	5	0.755	2
	鹰潭	0.634	3	0.786	5	0.554	8	0.453	9	0.791	6	0.704	8
	赣州	0.518	11	0.769	11	0.530	10	0.963	1	0.817	4	0.714	6
	吉安	0.538	9	0.819	3	0.535	9	0.577	5	0.784	10	0.693	11
	宜春	0.551	7	0.772	10	0.608	6	0.787	2	0.784	9	0.707	7
	抚州	0.543	8	0.786	7	0.738	1	0.746	3	0.821	3	0.733	3
	上饶	0.524	10	0.797	4	0.608	7	0.570	6	0.790	8	0.694	10
2010	南昌	0.909	1	0.825	2	0.745	6	0.594	3	0.746	2	0.792	2
	景德镇	0.689	3	0.761	5	0.824	2	0.517	7	0.685	7	0.708	4
	萍乡	0.679	4	0.740	11	0.729	8	0.396	11	0.674	11	0.678	10
	九江	0.636	6	0.740	10	0.883	1	0.476	9	0.676	10	0.692	5
	新余	0.746	2	0.878	1	0.741	7	0.398	10	0.896	1	0.804	1
	鹰潭	0.666	5	0.751	7	0.714	10	0.477	8	0.694	4	0.688	6
	赣州	0.570	11	0.742	8	0.761	5	0.731	2	0.689	5	0.685	7
	吉安	0.592	8	0.789	3	0.718	9	0.585	4	0.680	5	0.683	8
	宜春	0.600	7	0.741	9	0.709	11	0.553	5	0.677	9	0.669	11
	抚州	0.591	9	0.770	4	0.807	3	0.999	1	0.718	3	0.731	3
	上饶	0.580	10	0.758	6	0.796	4	0.541	6	0.687	6	0.682	9
2011	南昌	0.984	1	0.802	2	0.733	8	0.732	4	0.865	1	0.860	1
	景德镇	0.666	3	0.746	5	0.806	2	0.501	8	0.862	7	0.748	4
	萍乡	0.631	4	0.735	8	0.709	9	0.388	10	0.861	10	0.717	10
	九江	0.594	6	0.738	7	0.866	1	0.460	9	0.862	8	0.729	6

	新余	0.686	2	0.868	1	0.749	6	0.387	11	0.861	9	0.767	2
	鹰潭	0.612	5	0.739	6	0.657	11	0.574	6	0.862	3	0.722	8
	赣州	0.538	11	0.729	11	0.737	7	0.841	2	0.862	4	0.728	7
	吉安	0.554	9	0.757	4	0.753	5	0.744	3	0.862	5	0.733	5
	宜春	0.559	8	0.731	9	0.686	10	0.561	7	0.861	11	0.707	11
	抚州	0.562	7	0.773	3	0.782	3	0.988	1	0.864	2	0.761	3
	上饶	0.544	10	0.730	10	0.762	4	0.659	5	0.862	6	0.718	9
2012	南昌	0.982	1	0.822	2	0.744	7	0.690	4	0.861	1	0.861	1
	景德镇	0.660	3	0.764	5	0.812	3	0.547	8	0.859	6	0.754	4
	萍乡	0.638	4	0.756	6	0.706	10	0.396	10	0.859	7	0.723	9
	九江	0.605	6	0.754	8	0.834	1	0.461	9	0.859	9	0.732	6
	新余	0.698	2	0.882	1	0.814	2	0.394	11	0.859	10	0.781	2
	鹰潭	0.622	5	0.752	9	0.677	11	0.563	7	0.859	3	0.725	8
	赣州	0.542	11	0.766	4	0.736	8	0.800	3	0.859	5	0.729	7
	吉安	0.553	9	0.812	3	0.787	5	0.914	1	0.859	4	0.756	3
	宜春	0.558	8	0.739	11	0.723	9	0.668	5	0.859	11	0.716	10
	抚州	0.563	7	0.756	7	0.797	4	0.869	r2	0.860	2	0.745	5
	上饶	0.545	10	0.745	10	0.748	6	0.644	6	0.859	8	0.716	11
2013	南昌	0.889	1	0.844	2	0.749	7	0.663	4	0.857	1	0.837	1
	景德镇	0.698	3	0.774	5	0.801	2	0.549	8	0.857	3	0.763	4
	萍乡	0.672	5	0.766	10	0.688	11	0.453	10	0.857	4	0.735	9
	九江	0.645	6	0.774	6	0.826	1	0.497	9	0.856	10	0.747	6
	新余	0.731	2	0.879	1	0.784	4	0.443	11	0.856	11	0.786	2
	鹰潭	0.674	4	0.769	8	0.699	10	0.554	7	0.856	7	0.745	7
	赣州	0.594	10	0.769	7	0.743	8	0.686	3	0.856	5	0.737	8
	吉安	0.608	8	0.811	3	0.775	5	0.755	2	0.856	6	0.759	5
	宜春	0.607	9	0.752	11	0.715	9	0.592	5	0.856	8	0.726	11
	抚州	0.615	7	0.776	4	0.794	3	0.942	1	0.857	2	0.770	3
	上饶	0.592	11	0.767	9	0.760	6	0.582	6	0.856	9	0.730	10

将江西省 11 个地级市各年生态经济的关联度和综合关联度用图形表示得到图 1, 图中的数据标签为最终综合关联度的数值。综合维度下生态经济评价排名由高到低分别是：南昌市、新余市、抚州市、景德镇市、吉安市、九江市、赣州市、鹰潭市、萍乡市、上饶市、宜春市。

由表 2 可知, 从生态经济评价指标分析, 2009-2013 年江西总体发展趋势良好。社会发展、经济增长、生态建设、资源利用和环境保护五个子系统运行正常, 整体提升。在子系统社会发展和经济增长中, 城镇就业率及城市化率都呈现正向增长, 人均可支配收入水平及消费水平都有所提高, 社会发展与经济增长相互促进。生态建设方面森林覆盖率及城市绿化率都呈增长态势, 生态环境保护较好。从资源利用中可以发现, 经济的发展并不是依靠资源消耗的粗矿发展模式, 资源利用率的提高保障了生态经济的可持续发展道路, 这一点在环境保护子系统中可以得以体现, 2009-2013 大气污染物排放量降低, 工业固体废弃物减少, 生态环境逐步改善。

由图 1 可知，2010 年除了新余市综合趋优关联度呈现正增长，其余地区都呈负增长，接下来的年份中，大部分地市都呈现出正增长：仅在 2011 年时，新余市负增长；2012 年时，抚州市和上饶市负增长；2013 年时，南昌市负增长。由此可知，近些年江西省生态经济是整体正向趋优发展的，生态经济发展水平有很大的提升。通过表 2 中详细的趋优状况数据，可知被评价的 11 个地级市的生态经济的社会发展方面，南昌市、新余市和景德镇市发展较好；经济增长方面，发展较好的有新余市、南昌市和吉安市；生态建设方面，发展较好的有九江市、景德镇市和抚州市；资源利用方面，抚州市、赣州市和吉安市发展较好；环境保护方面，发展较好的是新余市、南昌市和萍乡市。综合来看，南昌市、新余市和抚州市的生态经济发展水平位于江西省各市的前列，源于它们在保持社会经济较高速度增长的同时，注重教育、环保和生态建设方面的投入，虽然其中有些城市在资源利用方面水平落后（例如新余市），但由于在整个评价信息中资源利用维度下的两个指标观测值的无序化程度较高，其信息熵较大，导致其权重较低，所以其对生态经济动态综合评价的影响较小。

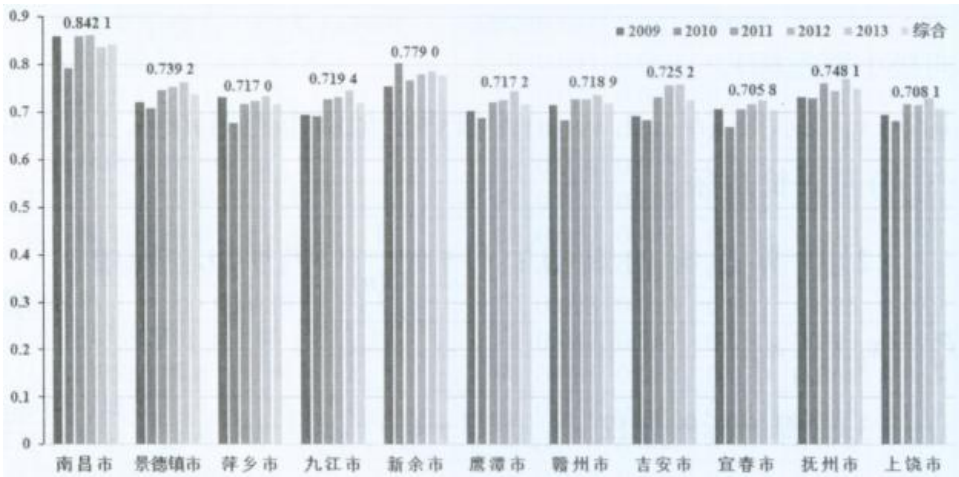


图 1 2009-2013 年江西省 11 个地级市生态经济评价结果

3.2 生态经济评价结果的聚类分析

聚类分析将个体或对象分类，使得同一类中的对象之间的相似性比其他类的对象的相似性更强^[20]，为更直观地展现江西省 11 个地级市在各维度下发展情况，运用 SPSS18.0 中的系统聚类法，对江西省 11 个地级市的生态经济评价结果数据进行 Q 型聚类，聚类结果详见图 2~图 7，综合该聚类结果与前面的评价数据，将它们分为 3 类。I 类城市：南昌市、景德镇市和萍乡市，II 类城市：九江市、新余市、鹰潭市和赣州市，III 类城市：吉安市、宜春市、抚州市和上饶市。各地市相比较而言，第 I 类为发展较好，第 II 类为发展一般，第 III 类为发展较差有待提升，具体详见表 3。

表 3 江西省 11 个地级市的生态经济评价各维度下的分类情况

维度	类别		
	I 类	II 类	III 类
社会发展	南昌市、新余市	景德镇市、萍乡市、 鹰潭市、九江市	宜春市、抚州市、吉安市、 上饶市、赣州市
经济增长	新余市、南昌市、 吉安市、抚州市	景德镇市、鹰潭市、 上饶市	九江市、赣州市、萍乡市、 宜春市
生态建设	九江市、景德镇市 、抚州市	新余市、上饶市、 南昌市	吉安市、赣州市、宜春市、 萍乡市、鹰潭市

资源利用	抚州市、赣州市、 吉安市	南昌市、宜春市、 上饶市	景德镇市、鹰潭市、九江市、 萍乡市、新余市
环境保护	新余市、南昌市、 萍乡市	抚州市、赣州市	鹰潭市、上饶市、景德镇市、 吉安市、宜春市、九江市
综合	南昌市、新余市、 抚州市、景德镇市	吉安市、九江市、 赣州市、鹰潭市	萍乡市、上饶市、宜春市

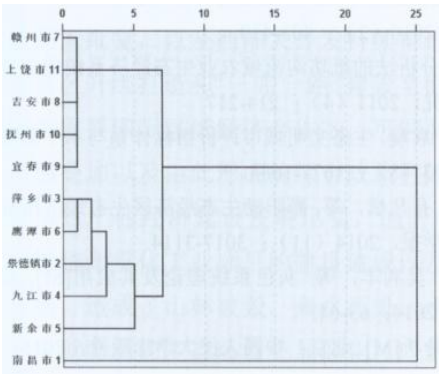


图 2 社会发展维度下聚类分析树形图

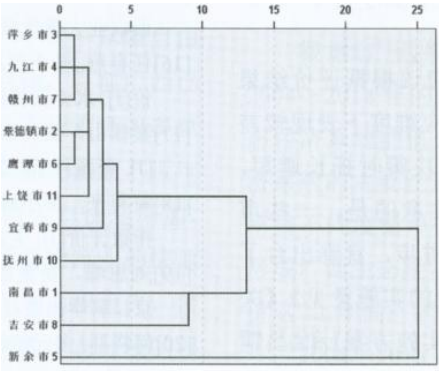


图 3 经济增长维度下聚类分析树形图

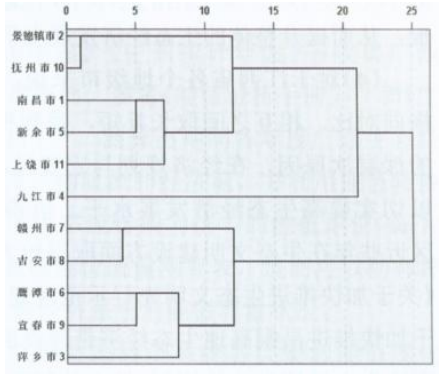


图 4 生态建设维度下聚类分析树形图

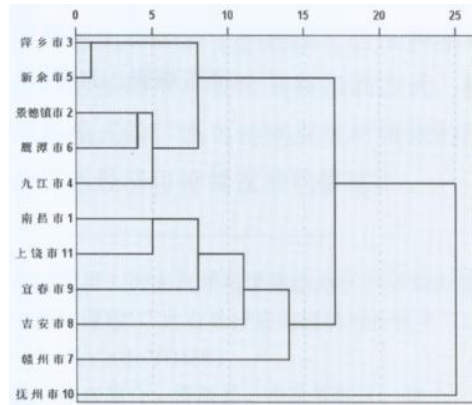


图5 资源利用维度下聚类分析树形图

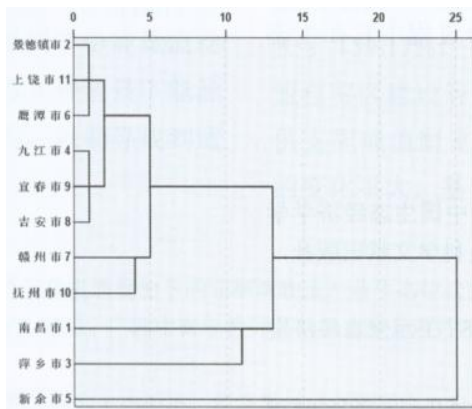


图6 环境保护维度下聚类分析树形图

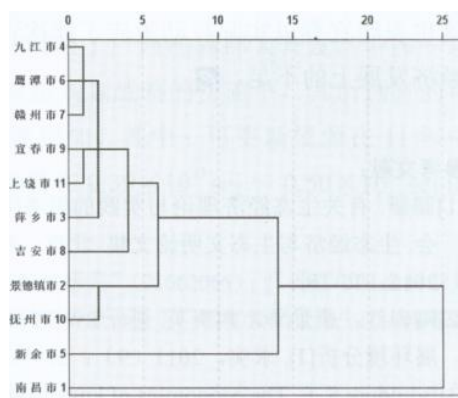


图7 综合维度下聚类分析树形图

通过各维度下聚类分析的树形图也不难发现，在生态经济评价的社会、经济与自然三大系统中，社会、经济两大系统中发展较好的地区，即使在自然系统的生态建设和资源利用中发展一般甚至较差，其在综合维度下的排名仍旧靠前。原因在于该面板数据下由熵权法确定的社会经济与经济增长方面的权重较大，两个方面权重之和在 2009-2013 年分别为 0.471、0.473、0.509、0.512 与 0.507，但其在与自然系统密切相关的环境保护方面表现良好，例如新余市和南昌市。环境保护方面的权重又比生态建

设和资源利用两者的权重高，其在 2009–2013 年分别为 0.352、0.342、0.316、0.300 与 0.307。故社会经济发展较好并且注重环境保护的地区在本次评价的最终结果中排名靠前。

4、结论与建议

趋优融合下的灰色熵权法具有动态综合评价功能的一般性，可供对被评价对象整体发展有时序趋优考虑的评价者选用。本文运用该方法对江西省 11 个地级市 2009–2013 年的生态经济发展状况进行了动态综合评价，由实证分析得到的结论与建议如下。

（1）江西省将生态经济作为政府考核的一项，实行专项考核和综合考核相结合的办法来评价干部实际工作成绩的做法，在 2010 年时，江西已经将生态经济纳入政府考核实施三年了，这对生态经济的良好发展起了正向激励作用，已经初见成效。具体表现在 2011–2013 年，大部分地市生态经济综合趋优关联度呈正增长，这有利于各地生态经济趋优健康发展。因此生态经济纳入政府考核的政策应该坚持推行/在发展经济的同时，加强生态环境的保护，以进一步推动生态经济的发展。

（2）生态经济评价中的社会发展和经济增长之间联系紧密，关联系数高，相互影响作用强。因此，要想在社会和经济两个系统上的发展有所突破，从评价指标维度来看：就必须重视高等教育普及率，着力解决社会就业难问题，提高就业率；扶持第三产业的发展，提高第三产业的投入比重；加快城镇化进程，缩小城乡差别；在社会经济健康平稳发展的同时，注意环保问题，杜绝“先污染、后治理”的末端管理模式，保障社会经济的可持续发展。

（3）从本次江西省生态经济结果各维度间的趋优情况相比较来看，环境保护和经济增长两方面趋优程度相对较高，而生态建设、社会发展和资源利用三方面的趋优程度相对较低。因此江西省各地市在保持环境保护和经济增长较好趋优发展的同时，应更加注重生态建设、社会发展和资源利用方面的投入建设，尤其需要进一步提高各种资源的利用效率，提高节约能源、循环利用和绿色环保意识，利用制度创新、能源技术创新和减排技术创新等来补足短板，从而提升整体的生态经济发展水平。

（4）对于江西省各个地级市来说，应该根据评价结果横向对比，相互之间取长补短，找到相应维度下表现较差的深层次原因，在经济规划与宏观经济决策时扬长避短，以切实提高生态经济发展水平。值得注意的是，一些市区近些年在生态文明建设方面取得较大进步，宜春出台了《关于加快推进生态文明先行示范区建设的实施意见》《关于加快推进昌铜高速生态经济带建设的实施方案》和《昌铜高速生态经济带总体规划》等文件和政策大力实施“生态立市，绿色崛起”战略，并于 2015 年获评国家森林城市^[21]，这也表明宜春以实际行动策应了此次评价过程中它在生态经济发展上的不足。

[参考文献]:

[1]滕藤.有关生态经济理论与实践的思考[C]//中国生态经济学会.生态经济与生态文明论文集.北京:社会科学文献出版社,2012:13–18.

[2]陶表红,康灿华,焦庚英.基于 SWOT–NPEST 江西生态经济发展环境分析[J].求实,2011(9):58–63.

[3]Boulding K E. The economics of knowledge and the knowledge of economics[J]. American Economic Review, 1966, 56(2):1–13.

[4]Grossman G M, Krueger A B. Economic growth and the environment[J]. The Quarterly Journal of Economics, 1995, 1109(2):353–377.

-
- [5]Stern D I, Common M S, Barbier E B. Economic growth and environmental degradation: The environmental Kuznets curve and sustainable development[J]. World Development, 1996, 24 (7) : 1151-1160 .
- [6]Cole M A, Rayner A J, Bates J M. The environmental Kuznets curve: An empirical analysis[J]. Environment and Development Economics, 1997, 2 (4) : 401-416.
- [7]Common M, Perrings C. Towards an ecological economics of sustainability[J]. Ecological Economics, 1992, 6 (1) : 7-34.
- [8]Wackernagel M, Rees W E. Perceptual and structural barriers to investing in natural capital: Economics from an ecological footprint perspective[J]. Ecological Economics, 1997, 20 (1) : 3-24.
- [9]Gowdy J, O' Hara S. Weak sustainability and viable technology[J]. Ecological Economics, 1997, 22(3) 239-247.
- [10]Chen G. Economic conditions and approaches to development in mountain regions in south central China[J]. Mountain Research and Development, 2000, 20 (4) : 300-305.
- [11]王思远, 王光谦, 陈志祥. 黄河流域生态环境综合评价及其演变[J]. 山地学报, 2004 (2) : 133-139.
- [12]戴全厚, 刘国彬, 刘明义, 等. 小流域生态经济系统可持续发展评价——以东北低山丘陵区黑牛河小流域为例[J]. 地理学报, 2005 (2) : 209-218.
- [13]郭莉, 郭亚军. 区域生态经济评价模型及实证研究[J]. 技术经济, 2006 (8) : 124-128.
- [14]汤洁, 斯蔼, 李昭阳, 等. 霍林河流域下游生态经济系统能值计算与可持续发展能力评价[J]. 生态经济, 2009 (12) : 31-34.
- [15]华璿, 王艳, 卢远. 左江流域农业生态经济系统健康评价[J]. 江西农业大学学报, 2010 (2) : 403-410.
- [16]任春燕. 基于层次分析法的纸坊沟流域农业生态经济系统效益评价[J]. 水土保持研究, 2011 (4) : 214-217.
- [17]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 (8) : 1677-1684.
- [18]黄和平, 彭小琳, 孔凡斌, 等. 鄱阳湖生态经济区生态经济指标指数评价[J]. 生态学报, 2014 (11) : 3017-3114.
- [19]刘思峰, 杨英杰, 吴利丰, 等. 灰色系统理论及其应用[M]. 北京: 科学出版社, 2014: 63-64.
- [20]何晓群. 多元统计分析[M]. 北京: 中国人民大学出版社, 2015: 40-41.
- [21]邓保生. 坚持绿色发展建设美丽宜春[J]. 林业经济, 2016 (1) : 10-11.