

城乡统筹发展背景下重庆市生态环境现状评价*

罗光斌^{1,2}, 何丙辉^{1,3}

(1. 西南大学 资源环境学院 三峡库区生态环境教育部重点实验室, 重庆 400715; 2. 石柱县马武中学 Mawoo 俱乐部, 重庆 石柱 409111; 3. 黄土高原土壤侵蚀与旱地农业国家重点实验室, 陕西 杨凌 712100)

摘要 本文构建了城乡统筹发展视角下的重庆市生态环境评价指标体系, 并利用时序主成分分析法对重庆市生态环境系统行为在 1998—2008 这 11 年间的演变进行了实证评价研究。结果表明: 1) 城乡背景下重庆市生态环境整体水平在此 11 年间呈持续良性发展趋势, 但变化速率有起伏改变; 2) 系统演变的协调度较差, 在这期间呈“双峰态”变化, 演变峰值分别出现在 2001 年和 2006 年; 3) 重庆市直辖以来城镇子系统的生态环境发展态势较好, 乡村子系统生态环境有进一步恶化的趋势, 今后一段时间内要密切注意防止乡村子系统生态环境子系统出现负向演化。重庆市城乡生态环境子系统间的关系可以用方程式 $F = 0.745 6F_1 - 0.731 1F_2$ 来表征, F 、 F_1 和 F_2 分别为城乡大系统综合评价值、城镇子系统评价价值和乡村子系统评价价值。

关键词 重庆市; 生态环境; 城乡统筹; 协调性

中图分类号 X82

文献标识码 A

文章编号 1672-6693(2011)01-0027-04

重庆作为全国城乡统筹综合配套改革试验区, 其大农村与大城市并存的城乡二元结构矛盾突出, 城乡经济发展极不均衡, 需要解决的问题非常多。城乡生态环境的协调发展问题是全市城乡统筹发展过程中面临的众多急需解决的问题之一。城乡统筹的全面实现与城乡生态环境的协调发展密切相关, 统筹全市城乡发展是与环境相协调的经济发展, 而不能以牺牲环境为代价。基于此, 本文对重庆市直辖以来(1998—2008年)的生态环境现状进行实证评价研究, 以期在全市生态环境保护治理和城乡统筹发展决策提供参考。

1 研究方法

1.1 时序主成分分析法概述

主成分分析法(Principle components analysis)也称主分量分析^[1], 由 Hotelling 于 1933 年首先提出。该方法考虑各指标间的相互关系, 利用降维的思想把多个指标转换成较少几个互不相关的综合指标, 从而使得研究变得简单的一种多元统计方法。时序主成分分析是在主成分分析法的基础上, 以一

个综合变量来取代原有的全局变量, 再以此为基础描绘出系统的总体水平随时间的变化轨迹^[2]。简言之, 时序主成分分析是时间序列分析和主成分分析的结合。本文在此选此方法对重庆市直辖以来城乡生态环境态势作出实证评价研究。

1.2 重庆市生态环境实证评价

1.2.1 评价体系模型构建 遵循科学性、全面性、动态性和指标数据的可获取性原则, 分别对城乡生态环境污染两个子系统建立了城乡统筹发展背景下重庆市生态环境评价指标体系模型, 如图 1 所示。

1.2.2 原始数据的收集与处理 从 1998—2008 年期间相应年份的《重庆统计年鉴》^[3]和《中国统计年鉴》^[4]中得到各评价指标的原始数据, 并按以下两式对原始数据进行标准化处理^[5]。

当 X_i 为正向性指标时,

$$I_i = X_i / X_{\max} \quad (1)$$

当 X_i 为负向性指标时,

$$I_i = X_{\min} / X_i \quad (2)$$

式中, X_i 为某一指标在第 i 年的原始数据; X_{\max} 为该指标在研究年份内的最大数据值; X_{\min} 为研究年份

* 收稿日期 2010-10-10 修回日期 2010-11-04

资助项目 国家自然科学基金(No. 40971166)、国家科技支撑计划项目(No. 2008BAD98B01; No. 2009ZX07104-002-06)、西南大学生态学重点学科“211工程”建设项目(2006)

作者简介 罗光斌, 男, 硕士, 研究方向为生态系统调控原理与方法、系统动力学仿真应用等; 通讯作者: 何丙辉, E-mail: hebinghui@swu.edu.cn

内的该指标数据的最小值。这两个标准化处理公式的数学内涵是:正向性指标值越大、负向指标值越小表明环境状态越良好,从而保证最后评价方向的正向一致性,便于做后续性比较分析。

1.2.3 时序主成分分析法的应用 利用 SPSS 统计软件分别对各指标标准化数据进行两轮时序主成分分析,具体操作步骤如下。

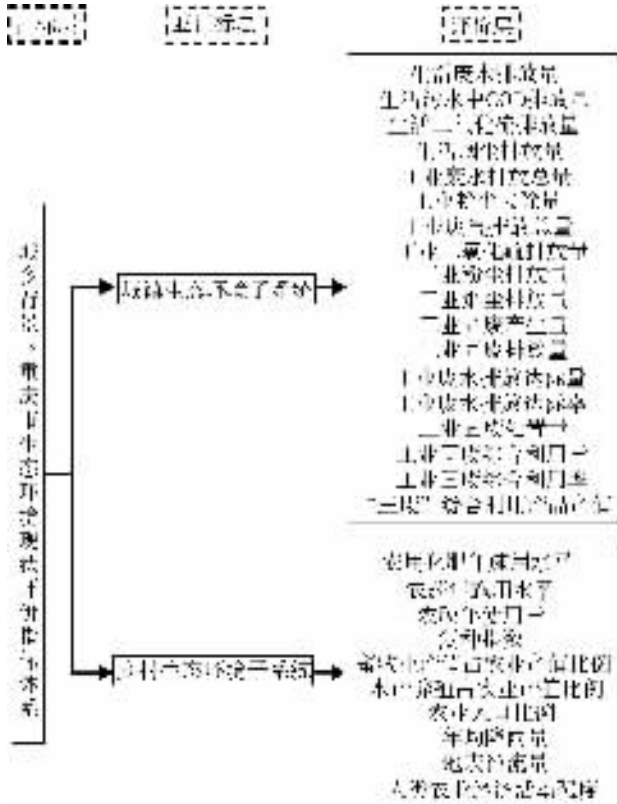


图1 城乡统筹发展背景下重庆市生态环境评价指标体系

Fig.1 The evaluation index system of eco-environment situation of Chongqing city

1) 主成分分析。按照累积贡献率大于85%或特征根大于等于1的标准选取主成分分析有效主成分(f)得到各评价指标相关系数矩的特征值(λ)、方差贡献率(V)、方差累积贡献率(CV)(表1)。

表1 主成分特征值、方差贡献率及累积贡献率

Tab.1 Eigenvalues of principal components,the contribution rate and cumulative variance contribution rate

乡村子系统评价				城镇子系统评价				城乡系统综合评价			
f	λ	V	CV	f	λ	V	CV	f	λ	V	CV
1	6.1	61.00	61.00	1	10.30	57.21	57.21	1	1.89	94.67	94.67
2	2.0	19.58	80.58	2	3.48	19.33	76.53				
3	1.2	12.20	92.77	3	2.36	13.12	89.66				

2) 综合评价模型。主成分从不同方面反映了各

生态环境子系统发展状态与趋势,为进行对比,将主成分按照贡献率进行综合评价,构造综合评价函数模型如下。

$$\begin{cases} F_i = \sum (f_{ij} \times \lambda_{ij} / \sum_{j=1}^n \lambda_{ij}) \\ F = \sum (f_j \times \lambda_j / \sum_{j=1}^n \lambda_j) \end{cases}$$

$i = 1, 2, j$ 为有效主成分数 (3)

式中 f_{ij} 、 f_i 为相应有效主成分得分, λ_j 、 λ_{ij} 为相应有效主成分的方差贡献率, F_1 、 F_2 为各评价子系统评价价值, F 为综合评价价值。

3) 综合评价结果。将 SPSS 软件输出的相应主成分得分值和表1中方差贡献率数据代入(3)式,可得到重庆市生态环境发展演变综合评价分值,包括城镇子系统评价价值(F_1)、乡村子系统评价价值(F_2)、城乡大系统综合评价价值(F)等(图2)。其值越大表示系统发展状态越良好。通过直接观察数据点随时间的变化而发生的相对位置变化,分析生态环境系统的运动规律及其发展态势[6]。

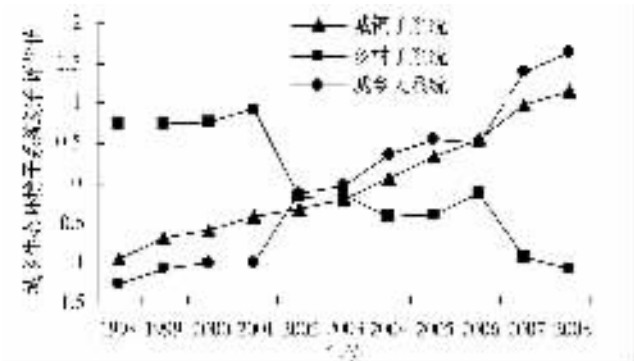


图2 重庆市城乡生态环境系统综合评价

Fig.2 The comprehensive assessment of ecological environmental system of Chongqing city

1.3 生态环境系统城乡二元结构的协调性评价

利用下式[7-8]计算重庆市生态环境系统城乡二元结构的协调度指数(CI)。

$$CI = \frac{F_1 + F_2}{\sqrt{F_1^2 + F_2^2}} \quad (4)$$

式中,CI值用于衡量两个子系统评价分值变化速率的相互均衡性,如果其中任何一方有偏颇将使综合效益降低,协调度越高,系统发展的有序性越强,协调度极弱,系统将走向无序和混乱。协调度指数的分析结果可用于理解城乡统筹发展背景下重庆市生态环境系统(包括城乡子系统)的发展演变特征。因此,将两个子系统评价分值代入(4)式,可得到城乡

生态环境系统的协调性评价指数(图 3)。

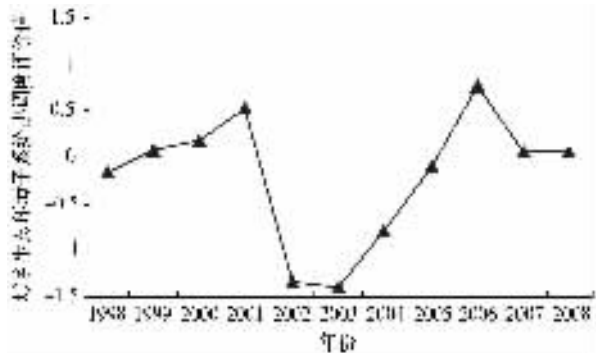


图 3 重庆市城乡生态环境系统协调度评价

Fig. 3 The coordination evaluation result of urban and rural eco-environment in Chongqing city

2 结果与分析

2.1 生态环境实证研究结果与分析

将评价指标体系中各指标相应年份的原始数据按(1)式和(2)式进行标准化处理,然后得到综合评价分值。评价分值越大就表明系统状态越良好。

2.1.1 城镇生态环境子系统综合评价结果分析 综合图 2 和图 4 分析可知, F_1 值的变化在 1998—2008 年期间呈逐步上升态势,1998 年为 -0.955 7,到 2008 年上升为 1.151 7。细究其变化趋势,大致分为 4 个阶段:从 1998—1999 年该值增长速率较快;1999—2003 年该值变化速率变缓,年均绝对增长率大约 27.02%;2003—2007 年间该值变化速率进一步加快,增幅值从 2003 年的 0.12 持续增到 2007 年的 0.43;从 2008 年开始 F_1 值又有所放缓。

城镇子系统生态环境性态的两个主要影响因素是城镇工业污染和生活污染。综观重庆市城镇子系统综合评价值的变化趋势可知,重庆市直辖以来城镇子系统的环境发展态势较好。同时也表明,这一时段重庆市城镇化进程中的生态环境保护及污染的集中治理工作做得比较好,城镇生态环境子系统正朝着良性方向发展。

2.1.2 乡村生态环境子系统综合评价结果分析 由图 2 可以看出, F_2 值总体上呈双峰型振荡衰减变化。1998—2001 年该值呈平稳变化,平稳中略有上升;从 2002 年开始该值有突变(增幅为 -1.101 8)然后逐渐下降直至 -0.392 6(2005 年),2006 年 F_2 值又有缓慢回升,2007 年该值又突然骤降(增幅为 -0.794 1),直到 2008 年的 -1.061 6。2002 年和 2007 年是此子系统的两个关键变化点,深刻反映了

系统行为特征的独特演变趋势。

乡村生态环境子系统的影响因子众多,如种植、养殖、生活、降雨径流等。所有这些因子综合在一起,主宰着乡村生态环境子系统的面源污染。而面源污染又具有分散性、隐蔽性、随机性、不确定性、广泛性、不易监测性等特性,因而造成乡村生态环境子系统的负向演变是不难理解的。据图 2 和图 4 知,重庆市直辖以来乡村生态环境保护与污染治理工作做得较为欠缺,系统行为有进一步恶性演化的趋势,农业面源污染的环境负荷较大。当前重庆市“农业-农村-农民”的现状是:城乡统筹发展背景下城镇化进程加快,农业人口比例大幅下降,原先传统城乡二元结构下的分散种养模式向现今集约化规模种养方式转变,这种发展模式的转变深刻地影响着乡村生态环境系统,此系统中人口知识-文化-素质没有同步跟进转化,就很容易对生态环境造成很大的负荷,突出地表现在:不顾环境保护进行相关项目开发、一意追求高效益地发展集约化规模种养业、大规模施用农化产品、无处理大规模排污等。

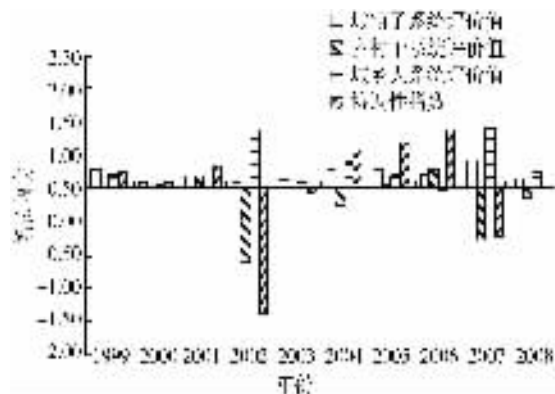


图 4 重庆市城乡生态环境系统综合评价年际变化幅度
Fig. 4 The inter-annual variations of comprehensive assessment value of eco-environment system in urban and rural areas of Chongqing city

2.1.3 城乡生态环境大系统综合评价结果分析 由图 2 可以看出,城乡背景下重庆市生态环境整体水平在 1998—2008 年 11 年间呈持续上升趋势,只是在其间有变化速率的起伏改变。结合图 4 可知, F 值年际变化幅度呈典型的“双峰态”型式演变:演变峰值分别出在 2002 年和 2007 年;1999—2002 年期间 F 值变化幅度较小,而 2003—2006 年期间该值相对而言则有所上升;第 2 个峰值后的 2008 年,该值变化幅度又有所回落。综上分析,2002 年和 2007 年应该是系统行为演变过程中的政策作用点或改变点。

2.2 生态环境系统协调度评价结果与分析

图2和图3可知,重庆市城乡生态环境子系统协调度在1998—2008年间也呈“双峰态”变化。1998—2001年期间以低速率稳步上升,2001年达第一个演变峰值0.5238,2002年有急剧下降(年际变化幅度达到-1.8715),为-1.3478,2003年该值继续缓慢下降到-1.4027,演变达到谷底,2004年开始以较快速率(平均年际增幅达0.7259)回升,一直持续到2006年达到演变的第2个峰值0.7749;到2007年又开始下降,2008年下降趋势变缓。

根据CI的数学内涵知,该指数表征的是城乡生态环境大系统中两个子系统行为演化速率的相互均衡性,任一方的偏颇都会使综合效益即CI值降低。因此,从图2可知,2002年和2007年出现急剧下降是因为这两个年份乡村生态环境子系统的系统行为以较大速率进行负向演变。之所以在2003年和2004年出现谷底,是因为在这两年中重庆市城乡生态环境大系统中两个子系统的系统行为同时以相当的速率从相反方向进行演变造成的(城镇生态环境子系统行为进行正向演变,而乡村生态环境子系统进行负向演变,从而引起生态环境大系统演变行为的协调性降低,达到演变过程中的谷底)。

2.3 综合评价与各子系统评价的回归拟合

利用SPSS软件对 F 、 F_1 和 F_2 的值进行多元线性回归分析,结果如表2所示。

表2 系统综合评价回归拟合方程及检验结果

Tab.2 The regression equation and test results of comprehensive evaluation values of the system

模型形式	α	β	C	R	调整 R^2	F 值	sig.
$F = \alpha F_1 + \beta F_2 + C$	0.7456 (0.00)	-0.7311 (0.00)	0.0000	1.00	1.00	3.86e+009**	0.00
$F = \alpha F'_1 + \beta F'_2$	0.5138 (0.00)	-0.5139 (0.00)					

注:括号内数值为参数 t 检验显著性概率值,**表示方程 F 检验达到极显著水平,sig.表示方程检验的显著性概率值,第1个模型为偏回归方程,第2个模型为标准回归方程。

据表2可知,重庆市城乡背景下生态环境系统综合评价指数与各子系统评价指数之间的关系可以用下式来表征:

$$F = 0.7456F_1 - 0.7311F_2 \quad (5)$$

由(5)式可知, F_1 值和 F_2 值对 F 值的影响大致

相当(F_1 值影响比重稍大些),只是影响的方向不一样, F_1 值呈正向影响,而 F_2 值呈负向影响。

3 结论

综合上述,本研究结论有以下几点。

1)重庆市直辖以来城镇子系统评价价值在此期间呈逐步上升态势,表明城镇生态环境子系统正朝着良性方向发展,也表明新时期城乡统筹发展背景下城镇化进程中城镇子系统的生态环境保护及污染治理工作做得较好。

2)重庆市乡村子系统评价价值总体上呈“双峰型振荡衰减”变化,系统在2002年和2007年存在两个关键变化点,深刻反映了该系统行为特征的独特演变趋势,且系统行为有进一步恶性演化的趋势。

3)城乡背景下重庆市生态环境整体水平在1998—2008年这11年间呈持续上升趋势,整体水平较好,只是在其间有变化速率的起伏改变,系统综合评价价值年际变化幅度呈典型的“双峰态”形式演变。

4)重庆市城乡生态环境子系统协调度在1998—2008年期间也呈“双峰态”变化。

5)重庆市城乡统筹发展背景下生态环境系统综合评价价值与各子系统评价价值之间的关系可以用线性方程式 $F = 0.7456F_1 - 0.7311F_2$ 来表征,其中 F_1 值呈正向影响,而 F_2 值呈负向影响。

参考文献:

- [1] 何晓辉. 现代统计分析与应用[M]. 北京: 中国人民大学出版社, 2003.
- [2] 乔峰, 姚俭. 时序全局主成分分析在经济发展动态描绘中的应用[J]. 数理统计与管理, 2003, 22(2): 1-5.
- [3] 重庆市统计局. 重庆统计年鉴(1999—2009)[M]. 重庆: 中国统计出版社, 1999-2009.
- [4] 国家统计局. 中国统计年鉴(1999—2009)[M]. 北京: 中国统计出版社, 1999-2009.
- [5] 罗光斌, 何丙辉, 温晨晓, 等. 基于时序主成分分析的重庆市可持续发展实证研究[J]. 西南农业大学学报: 社会科学版, 2008, 34(4): 7-11.
- [6] 于秀林, 任雪松. 多元统计分析[M]. 北京: 中国统计出版社, 1999.
- [7] 许学强, 张俊军. 广州城市可持续发展的综合评价[J]. 地理学报, 2001, 56(1): 54-63.
- [8] 罗光斌. 城乡统筹发展背景下重庆市生态环境系统SD仿真研究[D]. 重庆: 西南大学, 2010.

Resources , Environment and Ecology in Three Gorges Area**Evaluation Research on Eco-environment System of Chongqing City Based on the Background of Balancing Rural and Urban Development**

LUO Guang-bin^{1 2} , HE Bing-hui^{1 3}

(1. Key Laboratory of Eco-environments in Three Gorges Reservoir Region(Ministry of Education) , College of Resources and Environment , Southwest University , Chongqing 400715 ; 2. Mawoo Club , Mawu Middle School of Shizhu County , Shizhu , Chongqing 400911 ; 3. State Key Laboratory of Soil Erosion and Dryland Farming on the Loess Plateau , Yangling , Shaanxi 712100 , China)

Abstract : On the view of “ conducting urban and rural eco-environment development ” , we constructed , in this study , the ecological environment evaluation index system of Chongqing city. And then , the behaviors of eco-environment system during the period from 1998 to 2008 in Chongqing city was empirically evaluated by using Times Series Analysis & PCA method. The results showed that 1) the overall level of eco-environment quality in Chongqing city in the context of urban and rural development has continued to rise , and the changing rates changed up and down in the meantime. 2) The coordination degree variations of the system showed a double peaks curve : evolution peaks appeared in 2001 and 2006. 3) The relationships between subsystems of urban and rural eco-environment in Chongqing city can be characterized with the equation $F = 0.745 6F_1 - 0.731 1F_2$. The eco-environment of urban subsystem in Chongqing city is doing rather well , while the rural subsystem is becoming worse. Therefore , we should pay close attention to the negative evolution of rural subsystem and prevent it in the near future.

Key words : Chongqing city ; ecological environment ; urban and rural development ; coordination

(责任编辑 方 兴)