

浙江省城镇化与生态—经济—环境 耦合发展与动态计量

吕越^{1,2}, 陈忠清^{1,2}

(1. 绍兴文理学院 土木工程学院, 浙江 绍兴 312000;

2. 绍兴文理学院 岩石力学与地质灾害试验中心, 浙江 绍兴 312000)

摘要: [目的] 研究 2000—2014 年浙江省城镇—环境协调发展的动态计量特征, 为浙江省制定新型城镇化可持续发展政策提供决策依据。[方法] 基于耦合协调度模型, 评价城镇化和生态环境的相互影响程度, 并将其划分为 4 种类型, 研究了城镇化和生态环境的协调关系。[结果] (1) 经济、社会、人口城镇化及其综合发展水平和生态环境响应、状态、压力及其综合发展水平均持续增长; 协调度稳定增长, 由低度协调发展为良好协调、城镇化滞后转变为生态环境滞后。(2) 城镇化和生态环境的协调关系可划分为 4 种类型: 良好协调—生态环境滞后、中度协调—生态环境滞后、良好协调—城镇化滞后、中度协调—城镇化滞后。[结论] 各城市必须对应各自协调与滞后的现状, 做到在保护生态环境的同时, 继续加强城镇化建设, 以推动二者协同发展。

关键词: 浙江省; 城镇化; 生态—经济—环境; 动态计量

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2016)05-0261-05

中图分类号: F291.1

文献参数: 吕越, 陈忠清. 浙江省城镇化与生态—经济—环境耦合发展与动态计量[J]. 水土保持通报, 2016, 36(5): 261-265. DOI:10.13961/j.cnki.stbctb.2016.05.048

Coupling Development of Urbanization and Ecological-Economy-Environment and Dynamic Quantity in Zhejiang Province

LÜ Yue^{1,2}, CHEN Zhongqing^{1,2}

(1. School of Civil Engineering, Shaoxing University, Shaoxing, Zhejiang 312000, China;

2. Centre of Rock Mechanics and Geological Disaster, Shaoxing University, Shaoxing, Zhejiang 312000, China)

Abstract: [Objective] The objective of this study is to investigate the dynamic measurement characteristics of urbanization and environment coordinated development, in order to provide basis for the development of new urbanization sustainable development policy in Zhejiang Province. [Methods] Based on the coupling coordination degree model, the mutual influence degree of urbanization and ecological environment were evaluated. The relationship between urbanization and ecological environment was studied after the degree was divided into 4 types. [Results] (1) Both economic, social, comprehensive development level of urbanization and eco-environment response, status, pressure showed a continued growth trend, and the coordination degree increased continuously from low coordination status to good coordination status and from urbanization lagged to eco-environment lagged. (2) The relationships between urbanization and ecological environment were divided into 4 types including: “good coordination with eco-environment lagged”, “moderate coordination with eco-environment lagged”, “good coordination with urbanization lagged”, and “moderate coordination with urbanization lagged”. [Conclusion] In order to promote the development of both ecological environment and urbanization, all of cities need to understand their current situation, and continue to strengthen the construction of urbanization with the consideration of protecting ecological environment.

Keywords: Zhejiang Province; urbanization; ecological-economy-environment; dynamic quantity.

收稿日期: 2016-02-25

修回日期: 2016-02-25

资助项目: 绍兴市公益技术应用研究计划项目(2015B70034, 2015B70035); 浙江省公益技术应用研究计划项目(2016C33052)

第一作者: 吕越(1982—), 女(汉族), 浙江省绍兴市人, 博士, 讲师, 主要从事生态环境与可持续发展方面研究。E-mail: 53048830@qq.com。

通讯作者: 陈忠清(1984—), 男(汉族), 浙江省绍兴市人, 博士, 讲师, 主要从事土木工程方面研究。E-mail: chenzq@usx.edu.cn。

20 世纪中期以来,快速城镇化现象使得城镇化与生态环境之间的关系已成为国内外学术界广泛关注的热点,城镇化发展和生态环境保护的终极目标是达到“经济高效发展—生态环境高度适应性”的双赢状态^[1]。目前,国内外对于城镇化发展和生态环境之间的研究主要集中于 4 个方面:① 规律。此类研究揭示了城镇化和生态环境耦合的“U”型^[2-3]、半“U”型^[4]、对数曲线形^[5]规律,并提出了促进城镇化与生态环境协调发展的措施。② 机制。城镇化与生态环境之间存在较复杂的胁迫机制,总体上表现为前者对后者有胁迫作用、后者对前者有限制作用^[6-10]。③ 协调关系。主要集中于对城镇化与生态环境的协调关系进行了评价,并将二者的协调关系划分为不同的发展类型^[11-16]。④ 模拟和预测。对城镇化与生态环境发展模式的情景模拟和预测结果表明其耦合度存在较大差异,且各种耦合发展模式均有各自有缺点^[17-21]。这些研究均是研究某一个区域城镇化与生态环境之间耦合的时序规律,或者是分析了城镇化与生态环境之间耦合度的空间差异,而缺乏二者协调发展动态计量特征的系统分析。

自 2000 年浙江省实施“生态省建设工程”,2012 年规划“浙江省新型城镇化发展”起,生态城镇化建设已是重点工作,如何实现城镇—环境的协调发展已成为了浙江省可持续发展的巨大挑战。本文拟研究

2000—2014 年浙江省城镇—环境发展状况、协调发展水平,分析协调发展的动态计量特征,为浙江省制定新型城镇化可持续发展政策提供决策依据。

1 研究区域与研究方法

1.1 研究区域

浙江地处东南沿海长江三角洲,其陆地和海域面积分别约为 1.10×10^5 、 $2.60 \times 10^5 \text{ km}^2$ 。2014 年的人均 GDP 约为 75 000 元,城镇化率越为 65%,均高于全国平均水平。近年来,浙江省正处于城镇化进程的加速期和生态环境保护和协调的关键期,与此同时,以高耗能和高排放为主的产业结构带来的生态环境问题未得到根本性治理。因此,浙江省政府相继采取一些措施,如建设监测点、实行“环保行动”计划等,以进一步在城市建设中重视环境保护工作。

1.2 研究方法

1.2.1 城镇化和生态环境综合水平评价体系构建
本研究基于已有研究结果^[1,8,10-11,13-14,16,20],根据浙江省城镇化与生态—经济—环境的自身特点,并遵循数据的真实性和可获取性原则,构建综合水平评价体系(表 1)。本文数据主要来源于《中国城市统计年鉴》、《浙江省统计年鉴》、省内的国民经济和社会发展统计公报等。

表 1 浙江省城镇化与生态—经济—环境指标体系

子系统	准则层	指标层	AHP 权重	EVM 权重	综合权重
城镇化水平	经济城镇化(0.441 1)	人均 GDP/ 10^4 元	0.033 9	0.345 5	0.009 5
		人均工业总产值	0.022 8	0.233 1	0.005 9
		人均地方财政收入/ 10^4 元	0.008 7	0.089 0	0.005 4
	社会城镇化(0.299 9)	万人拥有医生数	0.000 4	0.003 8	0.002 7
		人均用电量(kw/h)	0.008 4	0.085 4	0.010 0
		人均邮电业务量	0.016 1	0.164 3	0.014 9
		人均社会消费品总额(10^4 元/人)	0.000 9	0.008 8	0.010 9
	人口城镇化(0.259 0)	城镇人口(10^4 人)	0.018 8	0.192 3	0.001 1
		二三产业就业人数比重/%	0.010 7	0.108 9	0.005 5
		城镇人口占常住人口比例/%	0.000 3	0.003 3	0.004 5
生态环境水平	压力(0.399 1)	人均道路面积/ km^2	0.002 5	0.025 4	0.008 7
		能源消耗总量(10^4 t /标准煤)	0.001 1	0.011 5	0.007 4
		主城区环境噪声平均值(dB)	0.011 6	0.118 1	0.005 7
		TSP 排放量/ 10^4 t	0.010 0	0.101 7	0.009 0
	状态(0.358 9)	人均国土面积/ km^2	0.004 4	0.044 6	0.015 3
		人均公共绿地面积/ km^2	0.013 2	0.134 4	0.013 6
		水利环境和公共设施管理从业人员数	0.001 1	0.011 5	0.006 2
		城镇建成区绿地覆盖面积/ km^2	0.001 7	0.017 1	0.003 3
		城镇生活污水处理率/%	0.001 9	0.019 0	0.012 7
		生活垃圾处理率/%	0.003 1	0.031 4	0.002 9
响应(0.242 0)	环保投资/ 10^8 元	0.014 8	0.148 2	0.009 1	
	SO ₂ 浓度/($\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$)	0.012 9	0.128 7	0.007 4	

1.2.2 数据处理 对原数据进行标准化处理,并采用主观 AHP 和客观 EVM 结合确定权重。处理后的指标在 0~1 之间^[8-11]。公式如下:

$$\text{正向指标 } y_i' = (y_i - x_i) / (X_i - x_i) \quad (1)$$

$$\text{负向指标 } y_i' = (X_i - y_i) / (X_i - x_i) \quad (2)$$

式中: y_i' , y_i , X_i 和 x_i ——第 i 个指标的标准值、具体值、最大值和最小值。下同。

再计算指标变异系数来确定指标权重,以反映指标的相对重要程度。公式如下:

$$V_i = M_i / x_i \quad (i = 1, 2, \dots, n) \quad (3)$$

式中: V_i ——第 i 项指标的变异系数; M_i ——第 i 项的标准差; x_i ——第 i 项指标的平均数。

1.2.3 本研究采用如下模型^[13-14,16,20]

$$C = [Y_1 \times Y_2 / (Y_1 + Y_2)^2]^{1/2} \quad (4)$$

式中: C ——城镇化和生态环境的协调度, C 值在 0~1 之间,值越大,城镇化和生态环境的协调度水平越高; Y_1 和 Y_2 ——城镇化和生态环境的综合水平指数。

根据 Y_1 和 Y_2 的大小,本研究借鉴前人研究结果^[13-14,16,20,22],同时根据公式(4)计算城镇化与生态环境的耦合度,将耦合度划分为如下类型(表 2)。

表 2 协调度等级及划分标准

C	协调度等级	$Y_1 - Y_2 > 0.1$	$Y_2 - Y_1 < 0.1$	$ Y_1 - Y_2 = 0$
$0.8 < C \leq 1.0$	良好协调			
$0.6 < C \leq 0.8$	中度协调			
$0.4 < C \leq 0.6$	低度协调	生态环境滞后	城镇化滞后	同步发展
$0.2 < C \leq 0.4$	中度失调			
$0.0 < C \leq 0.2$	严重失调			

注: C 为城镇化和生态环境的协调度; Y_1 和 Y_2 为城镇化和生态环境的综合水平指数。下同。

2 结果与分析

2.1 城镇化与生态—经济—环境协调发展分析

2.1.1 城镇化与生态—经济—环境综合指数 由经济城镇化、社会城镇化和人口城镇化的权重可知,经济城镇化对城镇化综合水平影响程度最大(0.441 1),人口城镇化(0.259 0)和社会城镇化(0.299 9)对城镇化综合水平影响程度相对较小。这表明从 2000 年起,浙江省工业结构的调整和服务业的转型等经济因素推动了城镇化的发展。由图 1 可知,经济城镇化和城镇化综合水平发展趋势一致:2000—2005 年上升较缓慢,随后增长较快。这也进一步说明经济城镇化是促使浙江省城镇化综合水平提高的主要原因。

这表明 2005 年后人口城镇化发展较快,全省公共服务设施(如:邮电服务业、交通、医疗、教育等)发展速度已提升。

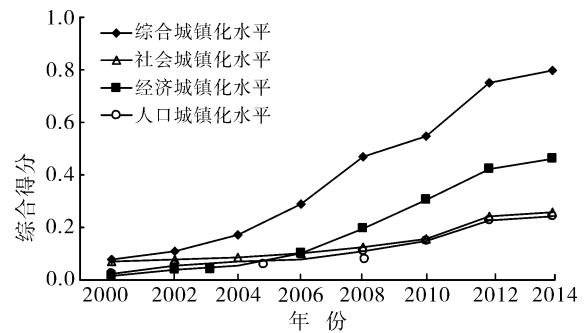


图 1 2000—2014 年浙江省城镇化综合水平变化趋势

由压力、状态和响应的权重可知,压力(0.399 1)和状态(0.358 9)对生态环境综合水平影响较大,响应的影响则相对较小(0.242 0)。说明浙江省对生态环境的影响仍以压力为主,今后对生态环境的保护力度还需进一步提高。

由图 2 可知,生态环境状态、响应、生态环境综合水平发展趋势一致:均在 2000—2005 年上升较缓慢,随后增长较快。这主要是因为浙江省近年内已开始扩展运用节能降耗技术的范围,并加强了污染物治理力度以降低污染物排放量。而生态环境压力持续增大,这是由于浙江省产业结构的高能耗特点暂时未改变而导致巨大的生态环境压力。

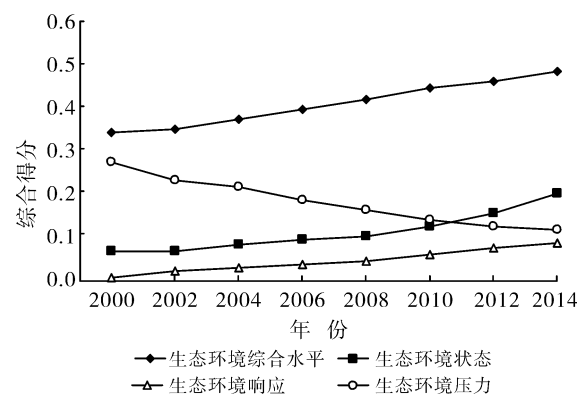


图 2 2000—2014 年浙江省生态环境综合水平变化趋势

2.1.2 城镇化与生态—经济—环境协调度分析 通过计算协调度,并根据 U (城镇化水平)和 E (生态环境水平)的关系确定协调度类型(表 3)。总体来说,2000—2014 年浙江省城镇—环境协调度稳定增长,由低度协调发展为良好协调(表 3 简称低协和良协)、城镇化滞后转变为生态环境滞后(表 3 简称城滞和生滞)。2000—2004 年的协调度为低度协调,这期间城

镇化水平(主要是经济城镇化水平)较低;2005—2009年的协调度为中度协调,这是由于区域经济发展较快,虽然经济城镇化水平显著提升,但城镇化水平相对于生态环境水平仍滞后;2010—2014年的协调度为良好协调,这期间社会城镇化水平显著提升,但因生态环境压力变大,导致生态环境综合水平降低。

表 3 2000—2014 年浙江省城镇化与生态—经济—环境协调度

年份	C	U-E	协调类型
2000	0.397 3	-0.283 9	低协—城滞
2001	0.450 8	-0.254 9	
2002	0.490 7	-0.241 0	
2003	0.537 3	-0.218 3	
2004	0.576 8	-0.117 6	
2005	0.615 2	-0.117 7	中协—城滞
2006	0.653 6	-0.140 3	
2007	0.672 6	-0.061 0	
2008	0.705 6	-0.008 2	
2009	0.730 5	0.066 1	
2010	0.790 6	0.021 6	良协—生滞
2011	0.810 5	0.209 3	
2012	0.835 3	0.252 5	
2013	0.854 7	0.266 9	
2014	0.864 0	0.288 0	

2.2 浙江省城镇化与生态—经济—环境协调发展的动态计量分析

2.2.1 城镇化与生态—经济—环境协调发展的动态分布 通过计算城镇水水平、生态环境水平和二者协调度可知,由于各城市建成区面积、人口数量与密度、服务业发展水平、产业结构等方面的综合性差距,使得目前浙江省城市化综合水平最高的城市为杭州,其综合水平值为 0.944,位于第 2 位的城市为宁波(0.862),

其次分别为温州(0.800)、绍兴(0.556)、嘉兴(0.490)、金华(0.456)、台州(0.398)、丽水(0.210)、衢州(0.197)、湖州(0.196)和舟山(0.195)。同时,由于生态环境的脆弱性评估、重大产业发展、生态环境治理和城市绿化程度等方面的综合性差距,使得浙江省生态环境综合水平最高的城市为舟山(0.662)、依次为丽水(0.599)、杭州(0.585)、宁波(0.575)、绍兴(0.501)、金华(0.495)、嘉兴(0.477)、台州(0.466)、湖州(0.436)、衢州(0.430)和温州(0.415)。

2.2.2 城镇化与生态—经济—环境协调时空动态特征 由 2000,2005,2010,2014 年浙江省各城市城镇化与生态环境水平及协调度,确定其类型(表 4)。将其分为以下 4 种:第 1 种为城镇化与生态环境良好协调发展、生态环境滞后,属于此种类型的城市有杭州、宁波和温州。从城镇化与生态环境综合水平得分看,杭州的城镇化与生态环境水平分别位于浙江省的第 1 位与第 3 位,宁波分别位于第 2 位与第 4 位,温州分别位于第 3 位与第 11 位(最后 1 位)。说明工业的快速发展和城市的无序蔓延,对各城市生态环境产生了巨大压力。未来迫切需要转变经济增长方式,改善生态环境水平以防止生态环境压力进一步增加。第 2 种为城镇化与生态环境中度协调发展、生态环境滞后,包括金华、嘉兴和绍兴。这 3 个城市的城镇化与生态环境综合水平排名居中,这是因为在城镇化过程中,3 个城市的生态环境未能很好的与之同步。在未来城镇化进程中,要结合各城市特点以发挥其功能,协调好城镇化与生态环境的关系,加大对生态环境的保护力度。

总之,对于“生态环境滞后”的城市,今后要采取的措施应为大力控制能源消耗量、严格监控三废排放、提高固体废物综合利用率和生活污水处理率、加大环保投资力度和水利环境与公共设施管理人数等。

表 4 浙江省 11 个城市城镇化与生态—经济—环境协调度

城市	2000 年		2005 年		2010 年		2014 年	
	C	U-E	C	U-E	C	U-E	C	U-E
杭州	0.805 9	0.304 9	0.822 2	0.319 1	0.813 9	0.351 7	0.830 4	0.372 3
宁波	0.723 4	0.215 4	0.730 6	0.227 7	0.738 2	0.234 9	0.745 7	0.251 5
温州	0.663 9	0.198 6	0.677 2	0.214 3	0.681 3	0.221 1	0.690 8	0.225 5
金华	0.644 4	0.198 5	0.655 8	0.199 4	0.666 4	0.204 5	0.697 0	0.197 1
丽水	0.789 9	-0.179 2	0.801 7	-0.182 0	0.789 5	-0.175 5	0.805 8	-0.177 3
嘉兴	0.616 1	0.188 1	0.605 3	0.198 1	0.637 6	0.197 7	0.640 8	0.197 6
台州	0.648 7	-0.164 5	0.637 2	-0.174 9	0.648 0	-0.169 6	0.668 8	-0.167 3
舟山	0.803 2	-0.124 0	0.838 5	-0.110 3	0.846 1	-0.108 5	0.863 6	-0.107 7
湖州	0.605 3	-0.118 5	0.613 9	-0.117 3	0.588 0	-0.118 8	0.610 4	-0.129 2
衢州	0.615 3	-0.117 4	0.618 0	-0.118 3	0.615 5	-0.117 1	0.621 3	-0.127 0
绍兴	0.610 7	0.195 8	0.640 0	0.204 3	0.684 1	0.210 8	0.708 7	0.205 7

第3种为城镇化与生态环境良好协调、城镇化滞后,包括舟山和丽水。这2个城市的城镇化与生态环境综合水平差距较大,未来城镇化建设中,在积极推进经济发展的同时,要加快城市建设力度、增加城镇人口比重,以促进其城镇化整体水平的提升。第4种为城镇化与生态环境中度协调、城镇化滞后,包括台州、衢州和湖州。这3个城市的城镇化与生态环境水平均排名靠后,其城镇化水平都有待于大幅提高。总的来说,对于“城镇化滞后”的城市,在未来城市发展中,人口城镇化方面要提高城镇人口比重和二、三产业就业人数比重等,社会城镇化方面要完善基础设施和提高公共服务水平等,经济城镇化方面要提高地方财政收入和人均工业总产值等。要因地制宜、多措并举、加快推进经济社会人口城镇化进程、尽快缩小与其他城市的发展差距。

3 讨论与结论

城镇化综合水平不断提高,经济城镇化的发展速度快于社会与人口城镇化;生态环境综合水平逐渐上升,生态环境在不断地改善的同时也加大了生态环境压力。

浙江省城镇化和生态环境环境协调度进一步说明了二者之间相互作用和影响的关系。各城市与协调关系对应如下:“良好协调—生态环境滞后”—杭州、宁波和温州、“中度协调—生态环境滞后”—金华、嘉兴、台州和绍兴、“良好协调—城镇化滞后”—舟山和丽水、“中度协调—城镇化滞后”—台州、衢州和湖州。

从城镇化与生态环境各系统得分可知,浙江省大部分城市的二者协调处于中等水平。因此,各城市必须对应各自协调与滞后的现状,做到在保护生态环境的同时,继续加强城镇化建设,以推动二者协同发展。

[参 考 文 献]

- [1] 杨玉珍. 快速城镇化地区生态—经济—环境耦合协同发展研究综述[J]. 生态环境学报, 2014, 23(3): 541-546.
- [2] Shen Weijun, Wu Jianguo, Grimm Nancy B, et al. Effects of urbanization-induced environmental changes on ecosystem functioning in the Phoenix metropolitan region, USA[J]. *Ecosystems*, 2008, 11(1): 138-155.
- [3] 赵秀清, 白永平. 内蒙古城镇化综合水平空间格局演变及驱动因子分析[J]. 干旱区资源与环境, 2016, 30(4): 14-23.
- [4] Liu Shaobo, Wei Chunyu, Guo Yaqi. Exploring harmonious development between urbanization and eco-environment based on climate analysis—a study in Changsha, China [J]. *Journal of Central South University of Technology*, 2011, 18(1): 101-107.
- [5] 贾琦, 运迎霞. 京津冀都市圈城镇化质量测度及区域差异分析[J]. 干旱区资源与环境, 2015, 29(3): 8-12.
- [6] Button Kenneth, Pearce David. Improving the urban environment: How to adjust national and local government policy for sustainable urban growth [J]. *Progress in Planning*, 1989, 32(3): 135-184.
- [7] 王洋, 方创琳, 王振波. 中国县域城镇化水平的综合评价及类型区划分[J]. 地理研究, 2012, 31(7): 1305-1315.
- [8] 崔木花. 中原城市群9市城镇化与生态环境环境耦合协调关系[J]. 经济地理, 2015, 35(7): 72-78.
- [9] 杨芳, 潘晨, 贾文晓, 等. 长三角地区生态环境与城市化发展的区域分异性研究[J]. 长江流域资源与环境, 2015, 24(7): 1094-1101.
- [10] 郇恒飞. 淮河流域新型城镇化水平的空间差异及其影响因素分析[J]. 资源开发与市场, 2014, 30(12): 1429-1433.
- [11] Tian Na. An empirical analysis of the relationship between urbanization progress and economic growth [C] // *Information Engineering and Education Science: Proceedings of the International Conference on Information Engineering and Education Science (ICIEES 2014)*, Tianjin, China, 2014. Boca Raton, FL, USA: CRC Press, 2015(5): 253.
- [12] 孙东琪, 张京祥, 张明斗, 等. 长江三角洲城市化效率与经济发展水平的耦合关系[J]. 地理科学进展, 2013, 32(7): 1060-1071.
- [13] 祖广哲, 丁疆辉. 京津冀地区新型城镇化与信息化耦合协调分析[J]. 河北大学学报: 自然科学版, 2015, 25(6): 623-632.
- [14] 张郁, 杨青山. 基于利益视角的城市化与生态环境耦合关系诊断方法研究[J]. 经济地理, 2014, 34(4): 166-170.
- [15] 谷国锋, 王建康, 刘多, 等. 东北地区经济发展与环境协调关系的实证分析[J]. 华东经济管理, 2016, 30(1): 63-70.
- [16] 李菁. 县域农村城镇化与生态环境协调性评析: 以西安市为例[J]. 西北大学学报: 自然科学版, 2015, 45(4): 641-644.
- [17] Chen Mingxing, Huang Yongbin, Zhipeng Tang, et al. The provincial pattern of the relationship between urbanization and economic development in China [J]. *Journal of Geographical Sciences*, 2014, 24(1): 33-45.
- [18] Young O R, Berkhout F, Gallopin G C, et al. The globalization of socio-ecological systems: An agenda for scientific research [J]. *Global Environmental Change*, 2006, 16(3): 304-316.
- [19] 陈晓红, 吴广斌, 万鲁河. 基于BP的城市化与生态环境耦合脆弱性与协调性动态模拟研究: 以黑龙江省东部煤电化基地为例 [J]. 地理科学, 2014, 34(11): 1337-1344.
- [20] Chen Mingxing, Lu Dadao, Zha Liangsong. The comprehensive evaluation of China's urbanization and effects on resources and environment [J]. *Journal of Geographical Sciences*, 2010, 20(1): 17-30.
- [21] Guo Yueting, Wang Hengwei, Nijkamp Peter, et al. Space-time indicators in interdependent urban-environmental systems: A study on the Huai River Basin in China [J]. *Habitat International*, 2015(45): 135-146.