

安徽省城市化与生态环境耦合关系研究

柏明国,熊 芬
(安徽工业大学 商学院,安徽 马鞍山 243002)

摘 要:通过构建城市化与生态环境系统的综合评价指标体系,借助城市化与生态环境的耦合协调模型,实证分析 2005~2013 年安徽省城市化与生态环境的动态耦合过程。研究发现:2005~2013 年安徽省城市化发展指数总体上呈现稳步上升趋势,生态环境发展指数呈现先下降后上升的发展趋势;安徽省城市化与生态环境的耦合协调度在 2005~2013 年内呈逐年上升趋势,耦合协调类型呈现出从极度失调到优质协调的演进趋势。

关键词:安徽省;城市化;生态环境;耦合关系
中图分类号:F129.9 **文献标识码:**A **文章编号:**1671-9247(2015)06-0003-04

A Study on Coupling Effect between the Urbanization of
Anhui Province and Ecological Environment

BAI Ming-guo, XIONG Fen
(School of Business, Anhui University of Technology, Ma'anshan 243002, Anhui, China)

Abstract:By establishing the comprehensive assessment index system of urbanization and ecological environment system and drawing on the coupling coordinated model of urbanization and ecological environment, empirical analysis on the dynamic coupling process of urbanization of Anhui province and ecological environment during 2005~2013 has been done. It is found that the index of urbanization during 2005~2013 was on the increase steadily on the whole, and the index of ecological environment had the tendency of dropping at first but rising later. The coupling coordinated degree was on the rise during 2005~2013 and has the tendency that it is getting to a well-coordinated level from the extreme uncoordinated one.

Key words:Anhui province;urbanization;ecological environment;coupling effect

城市化与生态环境始终与社会发展、人们生活息息相关,已成为国内外的研究热点。《寂静的春天》、《只有一个地球》等著作的问世,引起了人类对环境问题的关注;^[1-2] 涂尔逊等首次提出了城市环境可持续发展的概念;^[3] 城市化对城市水环境的影响、城市化与土地利用的关系、城市化对大气环境的影响、生态城市理论研究等问题也引起了学者的广泛注意。^[4-7] 田园城市理论试图从规划理想城市来协调城市化与生态环境之间的发展问题;^[8] Walter、Gorden 等提出了协调城市化与生态环境的相关理论;^[9-10] 对如何实现城市经济、社会和生态环境之间的协调发展、协调城市建设与生态环境关系的对策、城市化与生态环境协调的评判标准等问题的研究也在逐渐丰富。^[11-12]

通过梳理相关文献可知,从省域层面研究城市化与生态环境协调的成果较少,尤其是针对长三角新成员安徽省的研究更加匮乏。安徽省作为长江经济带的重要组成部分,承东启西,区位优势明显,其城市化与生态环境的协调发展对整个长江经济带的可持续发展举足轻重。本文以新型城镇化试点省份之一的安徽省为研究对象,运用耦合协调度模型,研究安徽省城市化与生态环境的耦合过程,从而发现安徽省城市化与生态环境的协调演变趋势,以期对安徽省城镇化发展提供智力支持。

一、研究区域概况

安徽省位于华东腹地,是我国东部襟江近海的内

陆省份,东起东经 119.6 度,西至东经 114.9 度,北起北纬 34.6 度,南至北纬 29.4 度,东连江苏、浙江,西接湖北、河南,南邻江西,北靠山东。安徽省境内共有 16 个地级市,44 个市辖区、5 个县级市、56 个县,省会为合肥市,全省总面积 13.96 万平方公里。截至 2013 年底,全省常住人口 6 029.8 万人,其中城镇人口 2 885.9 万人,占全省总人口的 47.86%。随着近些年来人口的不断增多、经济的不断发展,安徽省的城市化进程明显加快,对生态环境的影响也日益突出。近年来,随着工农业的快速发展,污染物排放量明显增加,加之环境基础设施建设相对滞后,使得安徽省的生态环境不容乐观。

二、城市化和生态环境耦合协调评价模型构建

(一)指标体系构建

1. 城市化发展水平指标体系构建。城市化是人口、经济、社会、空间等多种因素综合发展的过程,是一个系统的概念。基于指标数据的科学性和易获得性等原则,综合参考相关文献,^[13-15] 采用城市化水平综合指标体系来评价安徽省的城市化发展水平。城市化发展水平的测度包括人口城市化、社会城市化、经济城市化、空间城市化等方面,共选取 12 个指标,具体如表 1 所示。

2. 生态环境指标体系构建。生态环境也是一个系统的概念,依据科学性和易获得性等原则,考虑从生态环境水平、生态环境压力和生态环境保护三个方面系统反映生态环境的质量和水平,并结合安徽省的实际情

收稿日期:2015-08-29
基金项目:安徽省社会科学创新发展研究课题资助项目(A2015069);安徽省教育厅人文社会科学研究重大项目(SK2015ZD07)
作者简介:柏明国(1969—),男,山东莒县人,安徽工业大学商学院副教授,博士,硕士生导师。
熊 芬(1991—),女,安徽广德人,安徽工业大学商学院硕士研究生。

况,选取了 12 个单项指标来构建生态环境的评价指标体系,具体如表 2 所示。

表 1 城市化指标体系

一级指标	二级指标	三级指标	单位	指标性质
城市化	人口城市化	人口密度(X ₁)	人/km ²	正向
		非农人口比重(X ₂)	%	正向
		市区人口比重(X ₃)	%	正向
	经济城市化	GDP(X ₄)	亿元	正向
		工业总产值(X ₅)	亿元	正向
		固定资产投资(X ₆)	亿元	正向
	社会城市化	高等学校在校生数(X ₇)	万人	正向
		人均拥有道路面积(X ₈)	m ² /人	正向
		社会消费品总额(X ₉)	亿元	正向
	空间城市化	医生数(X ₁₀)	人	正向
		居住用地面积(X ₁₁)	km ²	正向
		城市建设用地面积(X ₁₂)	km ²	正向

表 2 生态环境指标体系

一级指标	二级指标	三级指标	单位	指标性质
生态环境	生态环境水平	建成区绿化率覆盖面积(Y ₁)	公顷	正向
		绿地面积(Y ₂)	km ²	正向
		建成区绿化率覆盖率(Y ₃)	%	正向
		市区环境噪声等效声级(Y ₄)	分贝	负向
	生态环境压力	工业废水排放量(Y ₅)	万吨	负向
		二氧化硫排放量(Y ₆)	万吨	负向
		工业烟尘排放量(Y ₇)	吨	负向
		工业固废产生量(Y ₈)	万吨	负向
		工业烟尘处理量(Y ₉)	万吨	正向
	生态环境保护	工业废水排放达标率(Y ₁₀)	%	正向
		工业固体废弃物综合利用率(Y ₁₁)	%	正向
		空气质量优良天数(Y ₁₂)	天	正向

(二)数据标准化及权重确定方法

在分析城市化与生态环境协调发展过程中,需要对数据进行标准化。采用的数据标准化方法如下:

正向指标(越大越优型): $R_{ij} = \frac{Z_{ij} - Z_{\min}}{Z_{\max} - Z_{\min}}$ (1)

负向指标(越小越优型): $R_{ij} = \frac{Z_{\max} - Z_{ij}}{Z_{\max} - Z_{\min}}$ (2)

其中,R_{ij}表示第 i 个样本的第 j 个指标的标准化值(i=1,2,⋯,n;j=1,2,⋯,k),其中 n 和 k 分别为样本个数和指标个数,Z_{ij}为第 i 个样本的第 j 个指标的观测值,Z_{min}是第 j 个指标的观测值中的最小值,Z_{max}是第 j 个指标的观测值中的最大值。

熵值法是利用评价指标固有信息有序度的差异来确定权重的一种客观赋权方法,熵值法既能避免主观因素带来的偏差,又能反映指标的相对变化对系统的影响,^[16-17]因此,我们采用熵值法确定指标权重。

(三)耦合协调度模型

对于城市化与生态环境协调发展的现实问题,一般用耦合协调度来衡量。耦合协调度模型的构建步骤^[18]如下:

第一步,分别求取反映城市化发展水平的指数 f(x)和反映生态环境发展水平的指数 g(y):

$f(x) = \sum_{j=1}^m H_j' X_{ij}$ 和 $g(y) = \sum_{j=1}^n H_j'' Y_{ij}$ (3)

其中,m 和 n 分别为城市化指标、生态环境指标个数,X_{ij}和 Y_{ij}分别是第 i 个样本的第 j 个城市化指标、生态环境指标的标准化值,H_j'和 H_j''是通过熵值法计算得到的指标权重。

第二步,计算城市化与生态环境综合评价指数 S:
 $S = uf(x) + vg(y)$ (4)

在上述公式中,S 为城市化与生态环境综合评价指数,S 取值在 0 到 1 之间。u 和 v 是待定系数,u 和 v 取值都在 0 和 1 之间。因为在城市发展过程中,城市化与生态环境相互促进,同等重要,所以我们在对 u 和 v 进行取值时,赋予二者相同的数值 0.5。

表 3 协调等级及协调类型细分

协调等级	耦合协调度范围	f(x)与 g(y)的关系	耦合协调类型
极度失调	0≤C≤0.09	f(x)<g(y)	极度失调城市化滞后型
		f(x)=g(y)	极度失调同步型
		f(x)>g(y)	极度失调生态环境滞后型
严重失调	0.1≤C≤0.19	f(x)<g(y)	严重失调城市化滞后型
		f(x)=g(y)	严重失调同步型
		f(x)>g(y)	严重失调生态环境滞后型
中度失调	0.2≤C≤0.29	f(x)<g(y)	中度失调城市化滞后型
		f(x)=g(y)	中度失调同步型
		f(x)>g(y)	中度失调生态环境滞后型
轻度失调	0.3≤C≤0.39	f(x)<g(y)	轻度失调城市化滞后型
		f(x)=g(y)	轻度失调同步型
		f(x)>g(y)	轻度失调生态环境滞后型
濒临失调	0.4≤C≤0.49	f(x)<g(y)	濒临失调城市化滞后型
		f(x)=g(y)	濒临失调同步型
		f(x)>g(y)	濒临失调生态环境滞后型
勉强协调	0.5≤C≤0.59	f(x)<g(y)	勉强协调城市化滞后型
		f(x)=g(y)	勉强协调同步型
		f(x)>g(y)	勉强协调生态环境滞后型
初级协调	0.6≤C≤0.69	f(x)<g(y)	初级协调城市化滞后型
		f(x)=g(y)	初级协调同步型
		f(x)>g(y)	初级协调生态环境滞后型
中等协调	0.7≤C≤0.79	f(x)<g(y)	中等协调城市化滞后型
		f(x)=g(y)	中等协调同步型
		f(x)>g(y)	中等协调生态环境滞后型
良好协调	0.8≤C≤0.89	f(x)<g(y)	良好协调城市化滞后型
		f(x)=g(y)	良好协调同步型
		f(x)>g(y)	良好协调生态环境滞后型
优质协调	0.9≤C≤1	f(x)<g(y)	优质协调城市化滞后型
		f(x)=g(y)	优质协调同步型
		f(x)>g(y)	优质协调生态环境滞后型

第三步,计算城市化与生态环境的耦合度 C:

$$C=\left[\frac{f(x)g(y)}{S^2}\right]^K$$
 (5)

其中,K是调节系数,其取值范围是 2≤K≤5,用来适当调节评价结果,[19-21]我们在实证计算时 K 取 2。

第四步,计算城市化与生态环境的耦合协调度 D:

$$D=\sqrt{C * S}$$
 (6)

耦合协调度反映了在城市化与生态环境发展指数一定的情况下,二者协调发展的程度。

城市化与生态环境的耦合协调度越大,两个子系

统就越协调。结合已有研究成果,[13-15,22] 本文将耦合协调度进行如下划分:以 0.5 为划分两个系统是否协调的临界值,然后在 0~0.5 与 0.5~1 之间分别划分了五个失调类型和五个协调类型共计十大类型,具体分类标准见表 3。

三、实证分析

(一)数据标准化

安徽省 2005~2013 年的城市化发展情况与生态环境状况数据来源于《安徽省统计年鉴》(2006~2014 年)。^[23]数据标准化结果如表 4、表 5 所示。

表 4 安徽省城市化指标数据标准化结果

年份	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀	X ₁₁	X ₁₂
2005	0.000 0	0.000 0	0.000 0	0.000 0	0.000 0	0.000 0	0.000 0	0.000 0	0.000 0	0.000 0	0.000 0	0.167 5
2006	0.569 6	0.386 6	0.129 4	0.055 7	0.046 2	0.062 6	0.161 1	0.127 4	0.058 7	0.102 0	0.1508	0.000 0
2007	0.652 0	0.510 3	0.258 9	0.146 9	0.115 7	0.159 2	0.305 4	0.212 0	0.141 7	0.093 2	0.297 4	0.120 3
2008	0.582 4	0.639 2	0.404 5	0.255 8	0.225 9	0.262 3	0.473 4	0.290 0	0.266 2	0.238 0	0.442 7	0.370 7
2009	0.652 0	0.690 7	0.534 0	0.344 3	0.299 6	0.401 7	0.623 5	0.388 8	0.367 4	0.403 6	0.529 4	0.494 3
2010	1.000 0	0.886 6	0.623 0	0.512 0	0.485 3	0.560 2	0.755 7	0.531 9	0.508 0	0.461 0	0.668 9	0.637 4
2011	0.800 0	1.000 0	0.752 4	0.726 9	0.730 0	0.616 9	0.868 7	0.790 6	0.666 9	0.574 0	0.792 9	0.678 0
2012	0.933 3	0.979 4	0.890 0	0.866 5	0.845 4	0.801 4	0.937 1	0.851 8	0.830 9	0.796 5	0.894 8	0.868 3
2013	0.892 2	0.994 8	1.000 0	1.000 0	1.000 0	1.000 0	1.000 0	1.000 0	1.000 0	1.000 0	1.000 0	1.000 0

表 5 安徽省生态环境指标数据标准化结果

年份	Y ₁	Y ₂	Y ₃	Y ₄	Y ₅	Y ₆	Y ₇	Y ₈	Y ₉	Y ₁₀	Y ₁₁	Y ₁₂
2005	0.000 0	0.000 0	0.000 0	0.000 0	1.000 0	0.157 2	0.777 1	1.000 0	0.000 0	0.723 9	0.106 0	0.973 7
2006	0.064 5	0.043 7	0.411 3	0.036 5	0.341 1	0.000 0	0.790 4	0.893 4	0.021 4	0.647 9	0.564 1	0.868 4
2007	0.240 5	0.064 4	0.693 5	0.026 2	0.000 0	0.148 7	0.839 6	0.774 6	0.088 8	0.000 0	0.564 1	0.868 4
2008	0.345 0	0.837 5	0.685 5	0.026 2	0.650 3	0.338 6	0.839 6	0.569 0	0.088 8	0.394 4	0.735 0	0.868 4
2009	0.457 0	0.883 2	0.782 3	0.064 0	0.011 1	0.551 4	0.890 7	0.453 7	0.230 1	0.397 2	0.735 0	1.000 0
2010	0.588 0	0.598 9	0.806 5	0.277 4	0.256 5	0.627 6	1.000 0	0.366 0	0.331 6	0.887 3	1.000 0	0.921 1
2011	0.785 2	0.771 1	0.967 7	0.655 9	0.281 4	0.659 0	0.000 0	0.070 2	0.933 5	0.935 2	0.000 0	0.947 4
2012	0.861 4	0.923 5	0.911 3	0.827 9	0.633 6	0.778 7	0.290 4	0.000 0	0.954 7	0.966 2	0.478 6	0.973 7
2013	1.000 0	1.000 0	1.000 0	1.000 0	0.256 4	1.000 0	0.289 4	0.010 9	1.000 0	1.000 0	0.904 3	0.000 0

(二)权重确定

根据熵权赋值法计算安徽省 2005~2013 年各年份指标的权重,计算结果如表 6 所示。

表 6 城市化与生态环境各指标的权重

城市化				生态环境			
指标	权重	指标	权重	指标	权重	指标	权重
X ₁	0.053 4	X ₇	0.082 6	Y ₁	0.082 6	Y ₇	0.069 7
X ₂	0.067 0	X ₈	0.087 1	Y ₂	0.106 7	Y ₈	0.099 4
X ₃	0.080 5	X ₉	0.092 1	Y ₃	0.054 8	Y ₉	0.130 3
X ₄	0.097 5	X ₁₀	0.087 6	Y ₄	0.122 5	Y ₁₀	0.063 8
X ₅	0.101 7	X ₁₁	0.078 3	Y ₅	0.077 3	Y ₁₁	0.069 5
X ₆	0.087 6	X ₁₂	0.084 6	Y ₆	0.073 9	Y ₁₂	0.049 5

(三)评价结果及分析

将标准化数据和各指标权重代入公式(3),得出安徽省 2005~2013 年各年份城市化与生态环境的发展指数,再利用耦合协调度模型计算出各年份城市化与生

态环境的耦合协调度,计算结果如表 7 所示。为了便于变化趋势等问题的直观解读和分析,图示后的计算结果如图 1 所示。

表 7 安徽省 2005~2013 年城市化与生态环境的协调发展水平

年份	城市化 发展指数	生态环境 发展指数	耦合 协调度	协调发展类型
2005	0.014 2	0.344 2	0.064 3	极度失调城市化滞后型
2006	0.132 9	0.333 5	0.393 6	轻度失调城市化滞后型
2007	0.228 2	0.308 2	0.506 4	勉强协调城市化滞后型
2008	0.353 1	0.479 8	0.630 4	初级协调城市化滞后型
2009	0.461 1	0.487 4	0.688 1	初级协调城市化滞后型
2010	0.613 5	0.577 8	0.771 1	中等协调生态环境滞后型
2011	0.741 2	0.586 2	0.803 6	良好协调生态环境滞后型
2012	0.869 2	0.715 4	0.881 7	良好协调生态环境滞后型
2013	0.993 9	0.738 5	0.910 5	优质协调生态环境滞后型

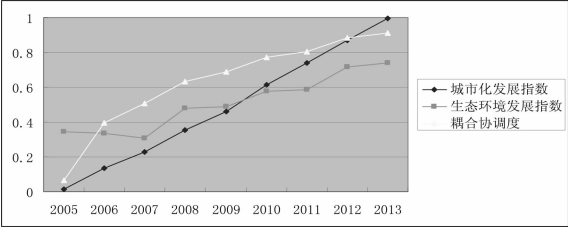


图1 安徽省城市化与生态环境耦合协调关系变化趋势图

从表7及图1可知:

1. 2005~2013年9年间,安徽省城市化指数逐年增大,城市化水平总体上呈现稳步上升趋势;安徽省生态环境指数呈现先下降后上升的发展趋势;安徽省耦合协调度在2005~2013年内呈逐年上升趋势。

2. 自2005~2013年以来,安徽省的城市化与生态环境协调发展主要有七种类型。第一种是出现在2005年的极度失调城市化滞后型;第二种类型是轻度失调城市化滞后型,这一类型出现在2006年;第三种类型是勉强协调城市化滞后型,这一类型出现的年份出现在2007年;第四种类型是主要集中在2008~2009年的初级协调城市化滞后型;第五种类型是中等协调生态环境滞后型,这一类型出现的年份是2010年;第六种类型是良好协调生态环境滞后型,这一类型出现的年份集中在2011~2012年;第七种类型是优质协调生态环境滞后型,这一类型出现的年份是在2013年。

四、结语

总之,安徽省2005~2013年的城市化与生态环境耦合发展过程大致可以分为三个阶段:

(一)失调城市化滞后阶段

这一阶段集中在2005~2006年,安徽省的城市化发展速度虽然逐年上升,但城市化还处于较低发展水平,处于城市化发展初期,城市化发展水平滞后。该阶段生态环境指数呈现下降趋势,说明生态破坏和环境污染问题已经开始出现日渐严重的趋势。

(二)协调城市化滞后阶段

这一阶段集中在2007~2009年,在这期间,城市化发展速度迅速逐年提高,但城市化发展相对还比较滞后。这一时期人们对各自然资源的开采利用强度加大,各项污染加重,这些污染对生态环境造成的破坏仍然在自然资源的承载范围内。

(三)协调生态环境滞后阶段

这一阶段集中在2010~2013年,城市化发展水平迅速提高,城市化发展对生态环境的破坏也随之加强,使生态环境质量变差,城市化的发展水平高于生态环境水平。

本文仅仅从总体上研究了安徽省城市化与生态环境之间的耦合关系,下一阶段考虑把研究视角拓展到城市层面,基于面板数据,深入探讨安徽省城市化与生

态环境耦合协调的时空分异规律,从而为安徽省城镇化发展决策提供依据,为长江经济带城市间协同发展研究提供参考。

参考文献:

[1][美]Carson R. 寂静的春天[M]. 吕瑞兰,李长生,译. 长春:吉林人民出版社,1997.

[2][美]Meadows D L, Ward B, Dubos R. 只有一个地球[M]. 《国外公害丛书》编委会,译. 长春:吉林人民出版社,1997.

[3]海热提·涂尔逊,杨志峰. 试论城市环境与可持续发展[J]. 环境科学进展, 1998 (6): 22-48.

[4]张一平. 城市化与城市水环境[J]. 城市环境与城市生态, 1998 (2):20-27.

[5]徐骏. 城市化进程中土地利用之误区及其出路[J]. 中南大学学报:社会科学版,2008 (6):776-781.

[6]郑祚芳. 城市化对北京霾日数影响统计分析[J]. 生态环境学报,2013,22(8):1381-1385.

[7]赵清,张路平,陈宗团,等. 生态城市理论研究述评[J]. 生态环境,2007(5):155-159.

[8][英]明日的田园城市[M]. 金经元,译. 长春:吉林人民出版社,1989.

[9]Walter A, Rosenbaum. Environment Policy, Third Edition. A Division of Congressional Quarterly Zinc[J]. Washington D C. 1987 (6):87-92.

[10]Gordon D. Green Cities: Ecologically Sound Approaches to Urban Space[M]. Montreal: Black Rose, 1990.

[11]马传栋. 论生态经济学与经济生态学、环境科学的联系和区别[J]. 环境科学与技术. 1983 (4): 18-22.

[12]刘耀彬,李仁东,张守忠. 城市化与生态环境协调标准及其评价模型研究[J]. 中国软科学, 2005 (5): 140-148.

[13]厉本息,习蓉晖. 城镇化生态效应动态耦合量化模拟分析[J]. 统计与决策,2014(9):111-113.

[14]黄金川,方创琳. 城市化与生态环境交互耦合机制与规律性分析[J]. 地理研究,2003(2):211-220.

[15]刘耀彬,李仁东,宋学锋. 中国城市化与生态环境耦合度分析[J]. 自然资源学报,2005(1):105-112.

[16]魏永东,温学飞,马锋茂,等. 宁夏盐池县基于熵值法的耕地集约利用评价[J]. 中国农学通报, 2011 (32): 216-220.

[17]乔家君. 改进的熵值法在河南省可持续发展能力评估中的应用[J]. 资源科学,2004(1):113-119.

[18]王少剑,方创琳,王洋. 京津冀地区城市化与生态环境交互耦合关系定量测度[J]. 生态学报, 2015(7): 2244-2254.

[19]刘耀彬,宋学峰. 区域城市化与生态环境耦合性分析——以江苏省为例[J]. 中国矿业大学学报, 2006(2):182-196.

[20]刘耀彬. 城市化与生态环境协调标准及其评价模型研究[J]. 中国软科学,2005(5):140-148.

[21]赵旭,吴孟. 区域城市化与城市生态环境耦合协调发展评价——基于全国30个省区市的比较[J]. 重庆工商大学学报(西部论坛),2007(6):73-78.

[22]聂艳,雷文华,周勇,等. 区域城市化与生态环境耦合时空变异特征:以湖北省为例[J]. 中国土地科学,2008(11):56-62.

[23]安徽省统计局. 安徽省统计年鉴[M]. 北京:中国统计出版社,2006-2014.

(责任编辑 汪继友)