

doi:10.3969/j.issn.1005-8141.2015.05.012

# 城市发展水平与生态环境质量耦合协调度研究 ——以南通市为例

陆佩华

(南通大学 地理科学学院,江苏 南通 226007)

**摘要:** 城市发展与生态环境的和谐共生是城市研究的重要议题。在构建城市发展水平与生态环境质量评价指标体系的基础上,采用 SPSS 软件对两者指标数据进行主成分分析,获取 2004—2013 年南通城市发展水平和生态环境质量评价得分,进而衡量两者的协调演变关系。结果表明,近十年间南通城市发展水平与生态环境质量的协调关系波动起伏较大,尤其是自 2010 年起,协调度不断下降,城市发展与生态环境没有实现共同增长,且两者的差距不断扩大,状况不容乐观。

**关键词:** 城市发展水平;生态环境质量;协调度;南通市

**中图分类号:** X22 **文献标志码:** A **文章编号:** 1005-8141(2015)05-0563-04

## Coupling between Urban Development and Ecological Environment ——An Empirical Study of Nantong City

LU Pei-hua

(School of Geography Science, Nantong University, Nantong 226007, China)

**Abstract:** The correlation between urban development and ecological environment was an important subject of urban study. This paper, after constructing an assessment metrics system, employed SPSS for principal component analysis of Nantong City's 2004—2013 urban development level and eco-environment quality. With the assessment scores with different components and scores, this paper proceeded to study the interrelationship of the above two factors. The study concluded that the relationship between the two had undergone dramatic shifts, and identified a deteriorating relationship between the two, especially since 2010. It found that urban development and ecological environment, instead of growing together, the disparity between the two became wider.

**Key words:** urban development level; eco-environment quality; coupling; Nantong City

## 1 引言

自改革开放以来,我国与西方发达国家的崛起类似,伴随着经济快速发展的是高速的城市化进程,城市化水平大幅度提高,城市发展在整个国民经济和社会发展中起着重要作用<sup>[1]</sup>。然而,在城市快速发展的同时,作为城市发展的物质支撑与载体的城市生态环境日益恶化,对城市发展的不良影响日益凸显,进而制约着城市发展的质量与未来趋势。在此前提下,如何保持城市的发展活力,保持城市综合优势的持续快速增长,实现城市发展与生态环境的共同和谐,成为近年来城市研究的一个重要议题。

城市发展水平与生态环境质量之间存在交互耦合关系,城市发展对生态环境的影响可以是促进或胁迫,而生态环境对城市发展的影响则表现为承载或约束,

城市发展水平的健康状况与生态环境质量的好坏密切相关。因此,对城市发展水平和生态环境质量评估,了解城市发展与城市生态环境演变关系,对促进城市生态系统良性循环,实现城市的进一步健康有序发展具有重要意义<sup>[2]</sup>。

鉴于此,本文在对 2004—2013 年南通市城市发展水平和生态环境质量评估的基础上,衡量两者发展的协调演变关系,为南通市城市发展与生态环境建设提供理论支持,从而为进一步推进城市的良性发展提供重要的参考依据。

## 2 南通城市发展水平与生态环境质量评价

### 2.1 指标体系的构建

#### 2.1.1 城市发展水平指标体构建

城市发展是一个复杂的系统工程,包括城市社会、经济、文化、体制等若干层面。城市发展水平反映了城市发展的当前状况,体现城市综合实力与总体素质<sup>[3]</sup>。本文主要遵循科学性、可比性、动态性、数据的可获性、可操作性等原则,参考“21 世纪城市发展指数”和我国相关学者对城市发展水平指标体系的研究与构建<sup>[4-9]</sup>,结合全球化、信息化的时代特征,以及南通市

收稿日期:2015-03-27;修订日期:2015-04-11

基金项目:国家自然科学基金项目(编号:41001355);南通市哲学社会科学基金项目(编号:2013BNT005);江苏沿海沿江发展研究院委托项目“江苏省生态经济系统协调度评价及生态文明建设研究”。

第一作者及通讯作者简介:陆佩华(1979-),男,江苏省启东人,硕士,讲师,中国城市科学研究会生态城市研究专业委员会委员,主要从事城市生态、城市规划研究。

城市发展的实际情况,构建了城市发展水平指标体系,具体见表1。

表1 南通市城市发展水平指标体系

系统层	变量层
人口发展	X <sub>1</sub> :非农人口占总人口比重(%)
	X <sub>2</sub> :人口自然增长率(%)
	X <sub>3</sub> :高等学校在校学生占总人口比重(‰)
	X <sub>4</sub> :城镇人口占总人口比重(%)
产业经济	X <sub>5</sub> :人均GDP(元)
	X <sub>6</sub> :第二产业比重(%)
	X <sub>7</sub> :第三产业比重(%)
	X <sub>8</sub> :邮电业务总量占GDP比重(%)
	X <sub>9</sub> :全社会固定资产投资占地区生产总值比例(%)
城市建设	X <sub>10</sub> :人均道路面积(m <sup>2</sup> )
	X <sub>11</sub> :人均住宅使用面积(m <sup>2</sup> )
	X <sub>12</sub> :自来水普及率(%)
	X <sub>13</sub> :燃气普及率(%)
	X <sub>14</sub> :每万人拥有公共车辆(标台)
	X <sub>15</sub> :城镇居民人均可支配收入(元)
文明程度	X <sub>16</sub> :恩格尔系数(%)
	X <sub>17</sub> :教育支出占地方财政支出比重(%)
	X <sub>18</sub> :每万人拥有医院床位数,包括卫生院(张)
	X <sub>19</sub> :环境治理项目总投资占GDP比重(万分比)
	Y <sub>20</sub> :污水处理率(%)
	Y <sub>21</sub> :生活垃圾无害化处理率(%)
	X <sub>22</sub> :固定和移动电话普及率(部/100人)
开放程度	X <sub>23</sub> :出口总额占GDP的比例(%)
	X <sub>24</sub> :实际利用外资金额占GDP的比例(%)
	X <sub>25</sub> :入境旅游人数(万人次)
	X <sub>26</sub> :人均客运量(人)
	X <sub>27</sub> :人均货运量(t)

从表1可见,评价指标体系分为两个层次:第一层次为系统层,由人口发展、产业经济、城市建设、文明程度、开放程度5个维度构成。考虑到本文研究城市发展水平与生态环境质量之间协调程度的目的,生态环境相关内容没有纳入到城市发展水平指标体系内进行计算。第二层次为变量层,是各系统层构成的若干指标。

表2 南通市生态环境质量指标体系

系统层	变量层
植被覆盖	Y <sub>1</sub> :人均公园绿地面积(m <sup>2</sup> )
	Y <sub>2</sub> :建成区绿化覆盖率(%)
水资源	Y <sub>3</sub> :集中式饮用水源地水质达标率(%)
	Y <sub>4</sub> :内河水质符合地表水Ⅲ类标准率(%)
土地质量	Y <sub>5</sub> :地面平均沉降量(cm)
	Y <sub>6</sub> :工业废气中二氧化硫排放总量(t)
污染物负荷	Y <sub>7</sub> :工业废水中COD排放总量(t)
	Y <sub>8</sub> :工业固体废物产生量(万t)
大气环境	Y <sub>9</sub> :空气污染指数小于100天数占全年天数的比例(%)
	Y <sub>10</sub> :酸雨频度(%)
声环境	Y <sub>11</sub> :建成区噪声平均值(dB(A))

2.1.2 生态环境质量指标体构建

生态环境质量是生态环境系统客观存在的一种本质属性,这种本质属性能用定性和定量的方法进行描

述。生态环境质量评价由来已久,从传统地理学对自然要素的描述发展到现在对生态系统各要素的综合性计算测度<sup>[10]</sup>。生态环境质量评价到目前为止相对还处于探索阶段,没有公认的理论框架、指标体系和计算方法。

本文参考《国家“十一五”环境保护规划的目标》、《全国环境优美小城镇考核指标(试行)》、《生态环境质量评价技术规定》和我国相关学者的代表性研究工作<sup>[11-15]</sup>,兼顾实际数据的可获得性和南通市城市生态环境的自身特征,建立了城市生态环境质量评价指标体系(表2),测算了南通市生态环境质量。整个指标体系主要包括两个层次,分别为系统层和变量层:系统层包括植被覆盖、水资源、土地质量、污染物负荷、大气环境和声环境6个层面,变量层是上述6个层面的对应指标。

2.2 数据来源和计算方法

南通市城市发展水平和生态环境质量的评价采用SPSS软件和主成分分析法<sup>[16-18]</sup>,其原始数据来源于2004—2013年的《南通市统计年鉴》、《南通市环境状况公告》和《江苏省统计年鉴》。

计算原理和具体步骤主要为:①对2004—2013年南通市城市发展水平和生态环境质量因子的历年数据进行标准化计算,消除因数据正向和逆向、数量级、量纲的不同而造成结果的差异;②对标准化数据运用统计分析SPSS软件,采用因子分析法对因子变量进行提取(特征值大于1);③通过方差极大法对因子载荷矩阵进行旋转,得到旋转后的指标公共因子贡献率(累计贡献率>85%)和指标公共因子载荷矩阵,根据回归法计算得到指标公共因子的得分系数矩阵;④以各公共因子所对应的旋转后的贡献率为权重进行加权求和,得到2004—2013年南通市城市发展水平和生态环境质量的评价得分。

2.3 城市发展水平与生态环境质量评价计算

根据上文的计算方法和步骤,可得2004—2013年南通市城市发展水平和生态环境质量的评价得分表和演变趋势图,见表3和图1。

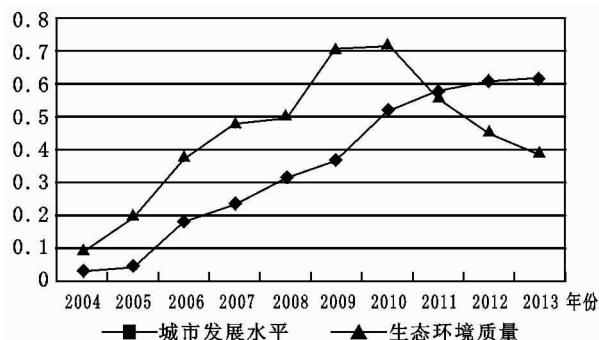


图1 2004—2013年南通市城市发展水平和生态环境质量演变趋势

表 3 南通市城市发展水平和生态环境质量评价得分

年份	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
城市发展水平	0.0320	0.0460	0.1840	0.2340	0.3140	0.3640	0.5170	0.5750	0.6070	0.617
生态环境质量	0.0910	0.1970	0.3750	0.4780	0.5020	0.7050	0.7180	0.5570	0.4470	0.383

### 3 城市发展水平与生态环境质量演变耦合协调度

协调度是事物之间耦合研究的重要指标,体现了系统之间或系统内部各要素之间在发展过程中彼此和谐一致的程度,度量体现系统发展是否有序和协调状况好坏程度的定量指标<sup>[19]</sup>。城市发展水平与生态环境质量协调度是衡量不同阶段下城市发展与生态环境之间的关系,即定量描述特定城市在一定的发展阶段下城市发展与生态环境之间的耦合关系。按照可持续发展的伦理思想,城市建设的最佳模式是城市发展与生态环境的协调发展,最优协调度是城市发展与生态环境的最佳组合状态。

#### 3.1 协调度水平计算方法与协调发展模式判断

协调度水平计算方法:参考我国相关学者在城乡统筹<sup>[20]</sup>、区域经济与环境<sup>[21]</sup>、城市化水平与环境质量<sup>[22]</sup>、城市经济与土地利用<sup>[23]</sup>等领域对协调度的相关研究,并利用相关数学原理和离差分析原理,确定南通市城市发展水平和生态环境质量协调度的计算公式为:

$$H = \sqrt{\left[ \frac{1}{2} (F_i + F_j) \right]} \sqrt{\left[ \frac{F_i \times F_j}{\left( \frac{F_i + F_j}{2} \right)^2} \right]} \dots \dots (1)$$

式中,H为南通市城市发展水平和生态环境质量协调度; $F_i$ 为历年的南通市城市发展水平; $F_j$ 为南通市历年的生态环境质量。

表 4 城市发展水平与生态环境质量协调发展模式判断标准

协调度 H	比较	协调发展模式
$H \leq 0.4$	$F_i < F_j$ $F_i > F_j$	不协调 生态环境滞后型不协调发展模式(A) 城市发展滞后型不协调发展模式(B)
$0.4 \leq H \leq 0.6$	$F_i < F_j$ $F_i > F_j$	低度协调 生态环境滞后型低度协调发展模式(E) 城市发展滞后型低度协调发展模式(F)
$0.6 \leq H \leq 0.8$	$F_i < F_j$ $F_i > F_j$	中度协调 生态环境滞后型中度协调发展模式(G) 城市发展滞后型中度协调发展模式(H)
$0.8 \leq H \leq 1.0$	$F_i < F_j$ $F_i > F_j$	高度协调 生态环境滞后型高度协调发展模式(I) 城市发展滞后型高度协调发展模式(J)

协调发展模式判断:关于协调度等级划分的相关研究较多,但对协调度高低的判断或协调阶段的划分无明确定论。多数学者将协调度划分为:0.8—1.0为高度协调、0.6—0.8为中度协调、0.4—0.6为低度协调、0—0.4为不协调。考虑到协调度的大小反映了城市发展水平和生态环境质量的一致程度,并不能完全反映两者发展的正负问题。本文参考了相关研究结果<sup>[24-28]</sup>,结合南通市城市发展水平和生态环境质量的

发展阶段特征,最终确定两者协调发展模式的判断标准见表 4。

#### 3.2 城市发展水平与生态环境质量协调度计算

我们将 2004—2013 年南通市城市发展水平和生态环境质量的评价得分代入式(1),得到历年南通市城市发展水平与生态环境质量的协调度水平以及两者的协调发展模式,见表 5。根据表 5,绘制出 2004—2013 年南通市城市发展水平与生态环境质量演变协调度动态变化曲线图(图 2)。

表 5 2004—2013 年南通市城市发展水平与生态环境质量协调度水平和协调发展模式

年份	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
协调度 H	0.975	0.945	0.873	0.833	0.821	0.733	0.838	0.865	0.781	0.775
协调发展模式	(J)	(J)	(J)	(J)	(J)	(H)	(J)	(I)	(G)	(G)

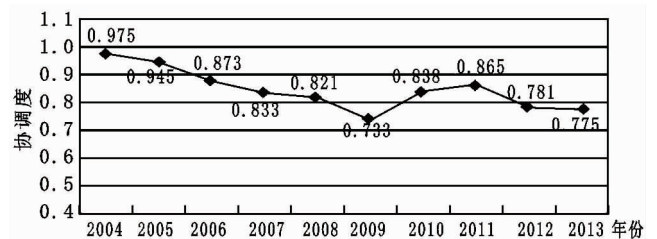


图 2 2004—2013 年南通市城市发展与生态环境演变协调度动态变化曲线

#### 3.3 城市发展水平与生态环境质量协调度计算

从图 2 可知,南通市城市发展水平与生态环境质量的协调度水平关系呈现以下三个阶段性特征:第一阶段(2004—2009 年)表现为城市发展滞后型的高度协调发展模式向城市发展滞后型中度协调发展模式过渡。这一阶段中,南通市城市发展水平和生态环境质量都处于上升态势,处于一个良性的发展阶段,但由于生态环境质量提升速度明显高于城市发展水平的数值,因此两者差距逐渐增大,协调度逐渐降低。第二阶段(2009—2011 年)表现为城市发展滞后型中度协调发展模式向生态环境滞后型高度协调发展模式过渡。在该阶段中,南通市城市发展水平仍快速上升,而生态环境质量则放慢其增长速度,乃至在 2010 年出现拐点呈下降趋势。因此,两者综合评价得分的数值逐渐逼近,其数值的实际值与理想协调值的差距逐渐缩小,协调度呈现逐渐上升的状态。第三阶段(2011—2013 年)表现为生态环境滞后型高度协调发展模式向生态环境滞后型中度协调发展模式过渡。本阶段中,南通市城市发展水平仍呈快速发展态势,而生态环境质量的状况却相反,呈现不断下降和不断恶化的趋势,因此南通市城市发展水平和生态环境质量两者一升一降、差距不断拉大,其数值的实际值与理想协调值的差距也随之拉大,协调度呈现不断下降的态势。

综上所述,以城市发展水平和生态环境质量两者

的共同提升为前提,考虑两者之间的差距和相对关系的综合评价可知,南通市城市发展水平与生态环境质量的协调关系波动起伏较大,尤其是自2010年起城市发展水平不断上升,而生态环境质量出现拐点,由上升转为下降,没有实现共同发展,且两者的差距不断扩大,状况不容乐观。因此,南通市若不能采取有效的平衡措施,减小两者的差距,尤其是加大对生态环境质量改善的政策和资金投入,一旦生态环境的承载力与城市发展不相匹配,将对南通市城市的可持续发展带来极为不利影响。因此,目前正是南通市调整城市发展的模式,改变现今以牺牲生态环境质量的城市发展、缩小城市发展水平与生态环境质量差距、协调两者关系的关键时刻。

#### 4 结语

生态环境作为城市发展的物质支撑与载体,从某种意义上讲,制约着城市发展的质量和未来趋势。因此,对城市发展水平和生态环境质量进行评估,探究城市发展与城市生态环境协调演变的趋势关系,对促进城市生态系统质量的改善,实现城市发展的健康有序具有非常重要的意义。

本文在构建城市发展水平与生态环境质量评价指标体系的基础上,采用SPSS软件及主成分分析法对2004—2013年南通市城市发展水平和生态环境质量进行评估,衡量两者的协调演变关系。结果表明,近十年间南通市城市发展水平与生态环境质量的协调关系波动起伏较大,尤其是自2010年起,协调度不断下降,城市发展与生态环境没有实现共同增长,且两者的差距不断扩大,状况不容乐观。因此,南通市若不能采取有效的平衡措施,减小两者的差距,尤其是加大对生态环境质量改善的政策和资金投入,一旦生态环境的承载力与城市发展不相匹配,将对南通市城市的可持续发展带来不利影响。

(注:①城市发展与生态环境耦合协调的相关研究不多见,相关判断来源于2014年4月1日检索“中国知网”数据库,篇目检索“城市发展”+“生态环境”,检索所得文献仅为19篇,一定程度上说明相关研究的缺失。②受篇幅所限,本文未详细列出2004—2013年南通市城市发展水平和生态环境质量评价的计算过程。)

#### 参考文献:

- [1]仇保兴.我国低碳生态城市建设的形势与任务[J].城市规划,2012,(12):9-18.  
[2]Albert Speer.环境战略与中国城市发展[J].城市发展研究,2001,8(2):9-12.

- [3]马兆龙,赵庆海.世界城市发展的未来趋势及其对我国的昭示[J].资源开发与市场,2008,24(6):514-517.  
[4]唐晓东.中国城市发展水平评价指标体系及实证研究[J].生产力研究,2005,(7):70-73.  
[5]陈强.城市发展质量评价:视角与指标体系[J].同济大学学报(社会科学版),2006,17(6):40-46.  
[6]杨艳芳,李慧凤.北京市低碳城市发展评价指标体系研究[J].科技管理研究,2012,(15):88-90.  
[7]裴青.城市发展状况综合评价的指标与方法[J].地理学与国土研究,1988,4(2):39-44.  
[8]张航,徐珂.城市发展指标体系的比较分析与评价[J].学术交流,2008,(5):76-79.  
[9]吴艳霞,张道宏.城市发展水平的综合评价及实证分析[J].经济与管理研究,2005,(8):15-19.  
[10]万本太,王文杰.城市生态环境质量评价方法[J].生态学报,2009,29(3):27-32.  
[11]王平,马立平,李开.南京市城市生态环境质量评价体系[J].生态学,2006,25(1):60-63.  
[12]叶亚平,刘鲁君.中国省域生态环境质量评价指标体系研究[J].环境科学研究,2000,13(3):33-36.  
[13]张海涛,李丽.小城镇生态环境质量评价指标体系的构建——以湖北省鄂州市杜山镇为例[J].长江流域资源与环境,2008,17(4):122-127.  
[14]李丽.小城镇生态环境质量评价指标体系及其评价方法的研究[D].长沙:华中农业大学硕士学位论文,2008.  
[15]高春风.生态环境质量指标体系的建立与应用[J].渤海大学学报(自然科学版),2006,27(3):215-219.  
[16]曾珍香.主成分分析法在多指标综合评价方法中的应用[J].河北工业大学学报,1999,28(1):94-97.  
[17]何亮.主成分分析在SPSS中的应用[J].山西农业大学学报,2007,6(5):20-22.  
[18]胡月明,冯艳芬,李强,等.基于SPSS的中山市国家级生态示范区生态经济分区研究[J].经济地理,2001,21(5):614-619.  
[19]吴跃明,郎东锋.环境—经济系统协调度模型及其指标体系[J].中国人口·资源与环境,1996,6(2):47-50.  
[20]薛红霞,刘菊鲜,罗伟玲.广州市城乡发展协调度研究[J].中国土地科学,2010,24(8):39-45.  
[21]张晓东,朱德海.中国区域经济与环境协调度预测分析[J].资源科学,2003,25(2):1-6.  
[22]尹海伟,孔繁花.山东省各市经济环境协调度分析[J].人文地理,2005,(2):30-33.  
[23]李萍.四川省城市土地利用效率与经济耦合协调度研究[J].中国农学通报,2010,26(21):364-367.  
[24]李鹤,张平宇.1990年以来辽宁省环境与经济协调度评价[J].地理科学,2007,27(4):486-492.  
[25]刘耀彬,李仁东.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):12-16.  
[26]杨士弘.广州城市环境与经济协调发展预测及调控研究[J].地理科学,1994,(2):136-143.  
[27]刘耀彬,李仁东,宋学锋.中国区域城市化与生态环境耦合的关联分析[J].地理学报,2005,60(2):237-247.