

城市化与生态环境协调发展定量评价与分析

——以常州市为例

丁慧敏¹

(常州工学院, 江苏 常州 213000)

【摘要】: 以常州市为研究对象, 构建了常州市城市化和生态环境协调发展的评价指标体系, 并运用熵值法计算城市化与生态环境的综合得分, 然后根据协调度定量模型将系统间协调度进行划分, 提出常州市未来城市化与生态环境协调发展的建议。

【关键词】: 城市化 生态环境 协调发展定量评价 常州市

【中图分类号】:F2 **【文献标识码】:**A

城市化虽然在推动经济发展方面起到积极作用, 但同时也对生态环境造成了一定的负面影响。人类在推动城市化发展的同时, 更应当注重生态环境的协调发展。

目前, 城市化的发展和生态环境呈恶性态势, 城市化的推动对生态环境造成了极大的压力, 而生态环境更加制约了城市化的发展。2007 年, 常州市建成区面积为 112.5 平方公里, 而在 2016 年, 常州市的建成区面积已达到了 261.7 平方公里, 随着城市人口的不断增加, 常州市城市化的发展不可避免的与有限的自然资源产生冲突, 生态环境已经成为常州城市化继续发展的制约因素。

基于以上分析, 本文以常州作为研究对象, 通过研究常州市城市化和生态环境间的耦合协调关系, 为治理常州生态环境和促进本地区经济发展建言献策。

1 研究对象概况

常州, 是江苏省地级市, 截至 2018 年, 常州市总面积已经达到 4325 平方公里, 荣获 2018 中国大陆最佳商业城市排名第 22 名, 2018 中国大陆最佳地级城市第 4 名。

常州市是近代工业发祥地, 现代装备制造业基地, 科教名城。改革开放以后, 常州工业发展迅速, 经济快速增长, 进入新世纪以来, 常州市为建设生态宜居城市, 努力调整经济结构、转变发展方式, 切实加强城市规划、建设和管理, 全力建设环境优美、功能齐全、人与自然和谐发展的长三角区域中心城市。因此以常州作为研究对象具有一定的代表性。

2 数据来源与研究方法

作者简介: 丁慧敏(1997-), 女, 汉族, 江苏盐城人, 常州工学院本科生, 研究方向: 经济管理。

基金项目: 2018 年省级大学生创新创业指导项目(201811055055X)。

2.1 数据来源及标准化处理

本文研究数据主要来源于常州市统计年鉴(2007-2016)。

由于各指标的数量级、量纲及指标的正负性质均有差异,需对数据进行标准化处理,计算公式为:

正向指标的计算:
$$r_{ij} = \frac{x_{ij} - \min(x_j)}{\max(x_j) - \min(x_j)} \quad (1)$$

负向指标的计算:
$$r'_{ij} = \frac{\max(x_j) - x_{ij}}{\max(x_j) - \min(x_j)} \quad (2)$$

其中 i 是年份, j 是指标序号, x_{ij} 是原始值, 表示第 i 年第 j 个指标的原始数据, r_{ij} 或 r'_{ij} 是标准化值, 表示第 i 年第 j 个指标标准化后的数据, $\max(x_j)$ 和 $\min(x_j)$ 分别表示指标 j 在研究年份中的最大值和最小值。经过标准化处理后, 所有指标均可在 [0, 1] 范围内。

2.2 研究方法过程

2.2.1 评价指标体系的建立

在遵循科学性、系统性、可比可量、动态发展性、可操作性五大原则的基础之上, 本文借鉴已有相关研究成果, 结合常州市实际情况, 最后形成了由人口城市化、空间城市化、经济城市化和社会城市化 4 个一级指标, 第二产业从业人员比重、人均 GDP 等 12 个二级指标所组成的常州市城市化水平的指标体系; 形成了由资源要素、生态要素、生态环境压力和生态响应 4 个一级指标, 耕地面积、园林绿地面积等 11 个二级指标所组成的评价常州地区生态环境综合指标体系, 如表 1、表 2 所示。

表 1 城市化指标体系

一级指标	基础指标
人口城市化	第二产业从业人员比重 (%)
	第三产业从业人员比重 (%)
	人口密度 (人/平方千米)
经济城市化	人均 GDP (元/人)
	规模以上工业总产值 (元)
	全社会固定资产投资 (万元)
空间城市化	建成区面积 (平方公里)
	人均道路面积 (平方米)

社会城市化	城镇居民人均可支配收入(元/人)
	卫生技术人员(人)
	每万人大学生数(人)
	城市公共汽车和出租车总量/万辆

表 2 生态环境指标体系

一级指标	基础指标
资源要素	耕地面积(千公顷)
	人均粮食总产量(千克)
	城市供水量(万立方米)
生态要素	园林绿地面积(公顷)
	建成区绿化覆盖率/%
	人均公园绿地面积(平方米)
生态环境压力	工业废水中 COD 排放总量(吨)
	工业二氧化硫排放量(万吨)
	工业固体废物产生量(万吨)
生态响应	污水处理率(%)

由于考虑到数据的客观性, 文本采用熵值法, 该方法能反应指标的效用价值, 从而确定权重。其中, n 为指标数, m 为评价年数:

第 i 年第 j 项指标的比重(w_{ij})

$$w_{ij} = \frac{r_{ij}}{\sum_{i=1}^m r_{ij}} \tag{3}$$

或

$$w_{ij} = \frac{r'_{ij}}{\sum_{i=1}^m r_{ij}} \tag{4}$$

第 j 项指标的熵值 (e_j)

$$e_j = -k \sum_{i=1}^m W_{ij} \ln w_{ij} \tag{5}$$

其中, $k=(\ln m)^{-1}$

第 j 项指标的差异系数, 即冗余系数 (f_j)

$$f_j = 1 - e_j \tag{6}$$

第 j 项指标的权重 (w_j)

$$w_j = \frac{f_j}{\sum_{j=1}^n f_j} \tag{7}$$

由此计算得到城市化指标体系和生态环境指标体系中各项基础指标的权重, 一级指标的权重 (w) 由其所属的基础指标权重 (w_{ij}) 相加所得, 结果见表 3、表 4 所示。

表 3 城市化综合评价指标体系及权重

一级指标	一级指标权重 w	基础指标	指标正负向性	权重 w _{ij}
人口城市化	0.086694782	第二产业从业人员比重 (%)	+	0.033362226
		第三产业从业人员比重 (%)	+	0.036881829
		人口密度 (人/平方千米)	+	0.016450727
经济城市化	0.113453187	人均 GDP (元/人)	+	0.040864683
		规模以上工业总产值 (元)	+	0.034820699
		全社会固定资产投资 (万元)	+	0.037767804
空间城市化	0.07732905	建成区面积 (平方公里)	+	0.045742968
		人均道路面积 (平方米)	+	0.031586081
社会城市化	0.150912255	城镇居民人均可支配收入 (元/人)	+	0.041234053
		卫生技术人员 (人)	+	0.039495928
		每万人大学生数 (人)	+	0.017577042

		城市公共汽车和出租车总量/万辆	+	0.052605232
--	--	-----------------	---	-------------

表 4 生态环境综合评价指标体系及权重

一级指标	一级指标权重 w	基础指标	指标正负向性	权重
资源要素	0.161969355	耕地面积(千公顷)	+	0.079971276
		人均粮食总产量(千克)	+	0.023244877
		城市供水量(万立方米)	+	0.058753203
生态要素	0.112406527	园林绿地面积(公顷)	+	0.05008404
		建成区绿化覆盖率/%	+	0.030619979
		人均公园绿地面积(平方米)	+	0.031702509
生态环境压力	0.160187449	工业废水中 COD 排放总量(吨)	-	0.040512532
		工业二氧化硫排放量(万吨)	-	0.031607425
		工业固体废物产生量(万吨)	-	0.088067492
生态响应	0.137047395	污水处理率(%)	+	0.049105812

2.2.2 城市化与生态环境综合发展水平

通过逐层加权求和得到常州市 2007-2016 年间的城市化与生态环境综合发展指数。计算公式如式 (8)：

$$Y = \sum_{j=1}^n y_j = \sum_{j=1}^n r_{ij} w_j \tag{8}$$

式中,Y 为城市化或生态环境综合发展指数;y_j为第 j 个指标的指数;r_{ij}为第 j 个指标经标准化处理后的数据;w_j为第 j 个指标权重。

2.2.3 常州市城市化和生态环境协调度定量模型

协调是系统或系统要素之间的一种良性的相互关联,是系统之间或系统内要素之间配合得当、和谐一致、良性循环的关系。为研究常州市城市化与生态环境的协调状况好坏,本文采用式(9)协调度模型来定量常州市城市化与生态环境协调度。C 代表城市化与生态环境的协调度,C∈(0,1),u₁,u₂分别为城市化与生态环境的发展水平。模型如(9)

$$C = \sqrt{\frac{u_1 \times u_2}{(u_1 + u_2)^2}} \quad (9)$$

为了更加清楚地反映常州市城市化与生态环境协调发展的程度,将两个系统间的协调度进行等级划分,如表 5 所示。

表 5 协调度等级划分及其标准

协调等级	严重失调	中度失调	轻度失调	勉强协调	中度协调	良好协调	优质协调
协调度	0~0.2999	0.3000~0.3999	0.4000~0.4999	0.5000~0.5999	0.6000~0.6999	0.7000~0.7999	0.8000~1.0

3 结果分析

3.1 常州市城市化和生态环境综合水平测度结果

由公式(8)分别得出常州市城市化水平综合指标值和生态环境综合指数值,如表 6 所示。然后根据表 6 数据得出了常州市 2007-2017 年间的城市化与生态环境综合指数变化曲线图,如图 1 所示。

表 6 2007 年~2016 年常州市城市化、生态环境系统综合发展指数

年份	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
城市化系统综合指数	0.0410	0.0777	0.1149	0.1707	0.2051	0.2374	0.3058	0.3367	0.3760	0.4060
生态环境系统综合指数	0.2806	0.3329	0.2000	0.2134	0.2485	0.2754	0.2894	0.2969	0.3661	0.3813

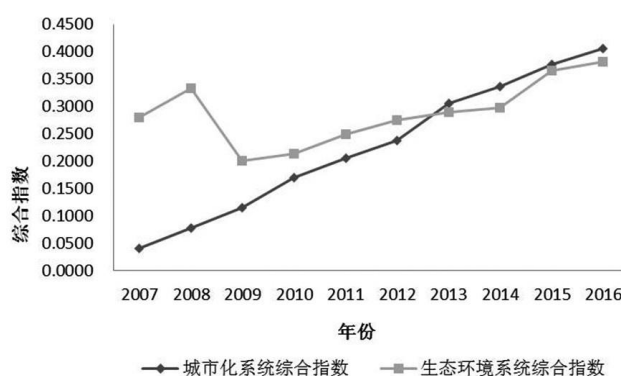


图 1 常州市城市化与生态环境综合发展水平变化趋势图

由表 6 可知,常州市城市化和生态环境综合发展指数十年间总体上呈现上升趋势,从 2007 年至 2012 年,城市化综合指数远远低于生态环境综合指数,但两者在不断的接近中。而在 2013 至 2016 年间,城市化综合指数超过生态环境综合指数,两者差距微小。从总体上看,常州市城市化和生态环境综合发展指数在不断的接近中。

从图 1 可知, 2007 年常州市生态环境状况较好, 而在 2008 年和 2009 年这两年间生态环境综合指数急剧下降。这是因为常州市建成区面积的扩大, 城市人口的不断增加而导致的城市化进程加快带来了许多环境问题, 导致常州市生态环境出现恶化, 而在 2010 年后, 常州市的生态环境综合指数不断增加, 呈现上升趋势。

3.2 常州市城市化与生态环境协调度计算结果

表 7 2007 年~2016 年常州市城市化与生态环境协调度指数及协调等级

年份	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
协调度指数	0.3336	0.3916	0.4814	0.4969	0.4977	0.4986	0.4998	0.4990	0.5000	0.4998
协调等级	中度失调	中度失调	轻度失调	轻度失调	轻度失调	轻度失调	轻度失调	轻度失调	勉强协调	轻度失调

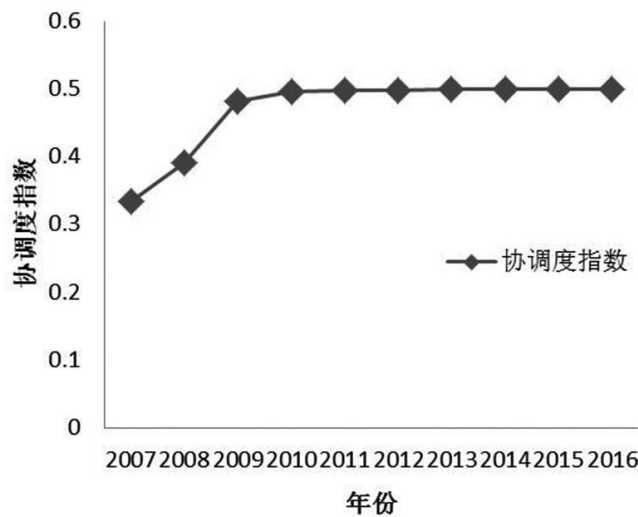


图 2 常州市城市化与生态环境协调度变化曲线

由表 7 可知, 常州市城市化与生态环境协调性总体上呈现出波动性, 变幅在 0.3~0.5 之间, 第一阶段, 2007 年~2008 年, 协调度呈现出上升趋势; 第二阶段是 2009 年~2016 年, 协调度呈现出较为稳定的状态, 但协调度最大值也仅为 0.5。

4 结论

第一, 从图 1 知, 2007 年至 2016 年间常州市城市化综合指数和生态环境综合指数总体呈现上升水平, 其中生态环境综合指数略有波动, 在 2009 年达到最低, 仅仅为 0.2。这和常州市 2009 年二氧化硫排放量过大有关, 而在 2012 年后生态环境综合指数呈现小幅度猛增趋势, 这是因为习近平总书记提出了建设美丽新中国的方针。

第二, 从图 2 知, 常州市城市化与生态环境协调度总体上呈现上升趋势, 但是在 2009 年后上升趋势放缓, 在 2015 年达到峰值, 到了勉强协调的状态, 在 2016 年甚至略微下降, 恢复到了轻度失调的状态。建议常州市政府加强生态产业的扶持, 加大生态环境的财政投入。增强城市化与生态环境的协调发展, 走可持续发展之路。

参考文献:

- [1]刘巧婧,王莉红. 城市化与生态环境耦合协调关系研究——以杭州市为例[J]. 环境科学学报, 2018, (01):92.
- [2]万年庆,吴国玺,张谦智. 河南省城市化与生态环境耦合分析[J]. 资源开发与市场, 2010, 26(2):116-119.
- [3]隋映辉. 协调发展论[M]. 青岛:青岛海洋大学出版社, 1990:20-21.
- [4]宋超山,马俊杰,杨风等. 城市化与资源环境系统耦合研究——以西安市为例[J]. 干旱区资源与环境, 2010, 24(5):85-90.
- [5]杜淑芳,甄江红,魏爱祥. 乌海市城市化与生态环境协调发展的定量分析[J]. 内蒙古师范大学学报, 2008, 37(5):669-673.