

生态城项目的综合评价

唐文广, 韩紫淇, 蔡凯浩

(天津商业大学 理学院, 天津 300134)

摘要:首先,在考察江苏大丰、成都龙泉驿和中新天津生态城的基础上,从经济、生态和社会三维度出发,选取了 30 个指标,构建了多级生态城评价指标体系;其次,利用三级模糊综合评判方法系统分析了三个生态城的经济、社会和生态发展现状,得出了三个生态城市的发展状况分别为良好、优秀、良好的总体评价结果。

关键词:生态城;评价指标体系;模糊综合评价

中图分类号:X820 **文献标志码:**A **文章编号:**1671-1807(2018)12-0095-06

20 世纪 70 年代,生态城市的概念一经提出便受到了全世界学者的广泛关注,各种情况皆预示着生态城市将成为世界城市未来发展的主流。观察我国生态城市的发展历程,学者李浩^[1]指出,我国的生态城市研究在上个世纪 90 年代以后的 20 余年间得到了迅猛的发展,虽然起步较晚,但却并不落后。我国根据不同地区的经济、文化、环境现状和不同的地区发展政策,因地制宜,找到适合不同地区的发展方式,展开了如火如荼的生态城市建设,并以最快速度向世界具有最多生态城市的国家迈进。在生态城市建设方面学者王林梅^[2]认为生态城市的建设是一个庞大的系统工作,需要特定的建设机制,如统一的立法、量化的标准、政府以及开发商的支持等等。我国可以借鉴国外优秀的生态城市建设模式,使得各个因素尽可能的相互协调,从而使我国众多生态城市建设能够更好更快地发展。

随着生态城市的进步和发展,生态城的评价就显得尤为重要。可以通过评价帮助分析生态城市的发展现状,指导未来发展方向。北京社会科学院学者齐心根据党的十八大提出的全面落实经济建设、政治建设、文化建设、社会建设、生态文明建设五位一体的总布局 and 生态城市发展的理论,提出了生态文明建设的指标体系应该从这 5 个方面入手,这也对生态城市建设的研究起到了一定的启示作用。学者吴颖婕^[3]则结合了国内外生态城市的研究现状,详细地提出了生

态城市评价指标的选取原则和结构。本文在参考多级模糊综合评价方法应用于各个领域(如桥梁健康评价^[4]、高校教师绩效评价^[5]、水厂水质评价^[6])的基础上,使用多级模糊综合评价方法对生态城进行综合评价。

1 生态城多级评价指标体系的构建

1.1 评价指标的选取

生态城评价指标体系要体现城市的经济、生态和社会各方面的建设状况,同时应该遵循科学性与可操作性相结合、定性与定量相结合、特色与共性相结合、可达性与前瞻性相结合这 4 个原则^[7]。在指标体系的构建过程中,本文根据《生态县建设指标》包括的经济、生态、社会三大类指标,结合江苏大丰、成都龙泉驿和中新天津生态城这三个生态城市的实际情况,选取了 30 个与生态城市发展息息相关的指标,并收集它们的量化指标数据(见表 1)。

1.2 指标体系的框架结构

本文将 30 个生态城指标(单因素指标)进行分类得到 12 个一级指标,再将此 12 个一级指标归为总目标层下的 3 个二级指标,分别为经济、生态、社会指标,具体评价指标体系框架如图 1。在进行生态城评价时,评价过程将在三个大的层面上进行。首先,对单因素指标进行评价,然后依次对一级指标、二级指标和总目标层进行综合评价。

收稿日期:2018-09-12

基金项目:天津市自然科学基金项目(17TCTPJC54800);天津社科基金项目(TJYJ18-023)。

作者简介:唐文广(1980—),男,山东烟台人,天津商业大学理学院数学系,主任,副教授,管理学博士研究生,研究方向:金融工程。

表 1 生态城指标及数据

具体指标	单位	江苏大丰	成都龙泉驿	中新天津生态城
地区生产总值	亿元/年	535.11	1 002.1	186
财政总收入	亿元/年	86.55	212.6	48
引进外资数	亿美元/年	4.13	5.416 4	3.11
固定资产投资	亿元/年	394.95	483	324
消费品零售总额	亿元/年	155.58	112.7	31.4
税收收入	亿元/年	57.6	55.5	47.88
城镇居民人均可支配收入	万元/年	2.329	2.889 7	2.912
单位 GDP 能耗	t 标煤/万元	0.175	0.23	0.18
农林牧渔业增加值	亿元/年	78.84	25.9	43
第三产业所占比例	%	45.8	19	39.5
进出口总额	亿美元/年	15.132	16.006 9	22.84
节约标煤	万吨	2.75	0.6	0.472 3
烟尘排放量	万吨	275	0.046 139	300
固体废物综合利用率	%	98	95.02	96.78
城市建成区绿化率	%	36.3	53.4	50
节约水资源总量	万吨	305	709.82	700
城镇生活垃圾无害化处理率	%	90	100	100
盐碱地及退化土地绿化率	%	87.3	56	19
SO ₂ 排放量	吨	550	1 141.76	21
污水处理率	%	87.66	90	92
可再生能源利用率	%	8.8	9	10
高等教育毛入学率	%	50	89.55	88.96
科技投资占公共预算支出比例	%	3.78	26	30
人均受教育年限	年	14	13	14.5
医疗机构数目	个	43	339	17
城乡基本养老保险覆盖	%	96.4	47.8	50.3
社区服务中心数目	个	201	13	19
恩格尔系数	%	30	27.6	28
基尼系数	1	0.4	0.393	0.382
新增就业率	%	13.23	5.7	20

数据来源:《生态城市评价体系与方法——以江苏大丰市为例》^[8]、中新天津生态城门户网站^[9]、盐城市大丰区人民政府网站^[10]、成都市龙泉驿区人民政府门户网站^[11]。数据年份:2015 年。

2 生态城的三级模糊综合评价

2.1 构建优先关系矩阵并计算各级指标权重

在模糊综合评价中,优先关系矩阵是每一层指标对应于上一层指标相对重要性两两比较建立的矩阵。设有 N 个指标的优先关系矩阵 $A = (a_{ij})_{N \times N}$ 的建立标准如下:

$$a_{ij} = 0.5, i = 1, 2, \dots, N,$$
$$a_{ij} + a_{ji} = 1, i, j = 1, 2, \dots, N, i \neq j,$$

其中, $a_{ii} = 0.5$ 表示指标与其本身具有同样的重要性;若 $a_{ij} > 0.5$, 则表示第 i 个指标比第 j 个指标重要;若 $a_{ij} < 0.5$, 则表示第 j 个指标更重要,具体比较标度见表 2。

表 2 指标比较标度

标度	意义
0.5	同等重要
0.6	稍微重要
0.7	明显重要
0.8	远远重要
0.9	极端重要
0.1~0.4	相反比较

依据上述标度,将各层的 N 个指标两两比较可以得到优先关系矩阵:

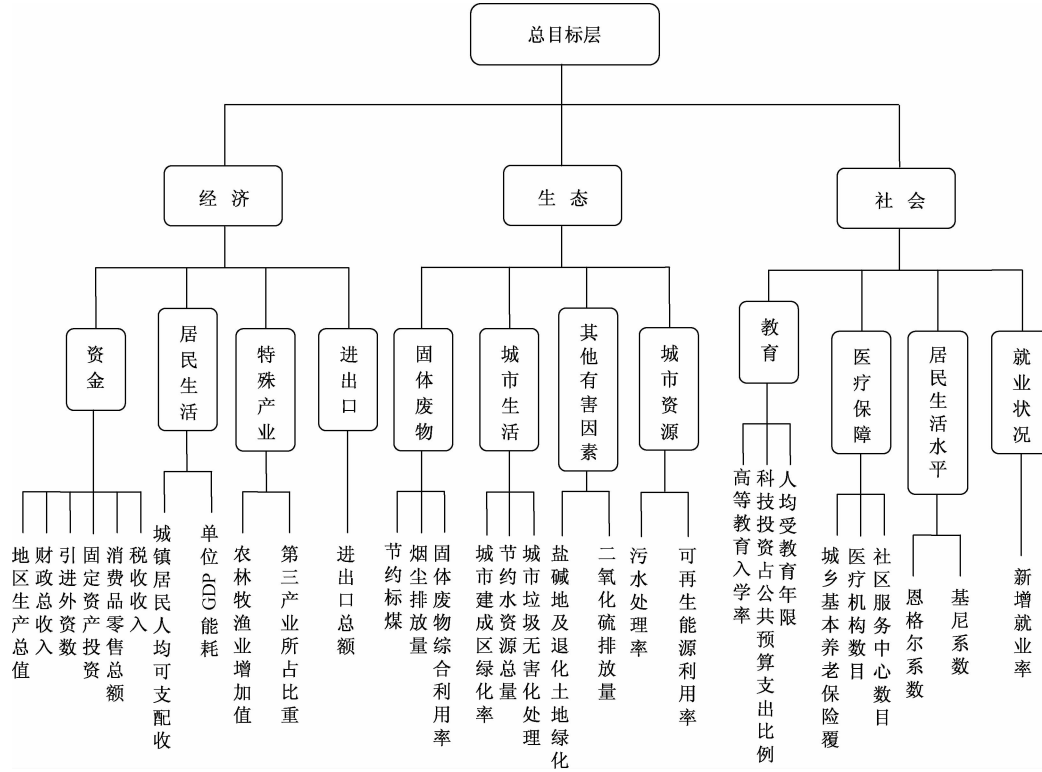


图1 生态城评价指标体系框架

$$\begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1N} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2N} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{N1} & a_{N2} & \cdots & a_{NN} \end{pmatrix}.$$

记, $b_i = \sum_{k=1}^N a_{ik} \quad i = 1, 2, \dots, N$, 作变换:

$$a'_{ij} = \frac{b_i - b_j}{2N} + 0.5, i, j = 1, 2, \dots, N.$$

将优先关系矩阵转化为模糊一致矩阵 $B = (a'_{ij})_{N \times N}$ 。

最后推导出第 i 个指标对应上层指标的权重值, 推导式如下:

$$\omega_i = \frac{1}{N} - \frac{1}{2\theta} + \frac{1}{N\theta} \sum_{j=1}^n a'_{ij}, i = 1, 2, \dots, N$$

其中, $\theta \geq \frac{N-1}{2}$ 表示计算权重过程中的系数, 由相关专家根据实际情况取定。

在生态城多级模糊综合评价过程中, 根据上面的方法得到单因素指标层对应于一级指标层的权重向量记作: $W_2^1 (i = 1, 2, \dots, S)$, 一级指标层对应于二级指标层的权重向量记作: $W_i^2 (s = 1, 2, \dots, T)$, 二级指标层对应于总目标层的权重向量记作: W 。

2.2 单因素评价

设评语集 $V = \{v_1, v_2, \dots, v_M\} = \{\text{优秀, 良好, 一般, 较差, 很差}\}, M = 5$ 。

根据选取的 $I = 30$ 个单因素指标的量化数据, 评价各个单因素指标相应于评语集中各个评语的隶属度, 得到单因素指标的评价向量 $R_i^0 (i = 1, 2, \dots, 30)$:

$$R_i^0 = (r_{i1}^0, r_{i2}^0, \dots, r_{iM}^0), i = 1, 2, \dots, I.$$

2.3 一级评价

按照指标体系的框架结构中一级指标的分类, 将 $R_i^0 (i = 1, 2, \dots, I)$ 分成 $S = 12$ 组, 组成评价矩阵 $C_s^0 (s = 1, 2, \dots, 12)$ 如下:

$$C_1^0 = \begin{pmatrix} R_1^0 \\ \vdots \\ R_6^0 \end{pmatrix}_{6 \times 5}, C_2^0 = \begin{pmatrix} R_7^0 \\ R_8^0 \end{pmatrix}_{2 \times 5}, \dots, C_{12}^0 = (R_{30}^0)_{1 \times 5}$$

按照模糊变换得到一级指标的评价向量 $R_s^1 (s = 1, 2, \dots, 12)$:

$$R_s^1 = W_s^1 \cdot C_s^0 = (r_{s1}^1, r_{s2}^1, \dots, r_{sM}^1), s = 1, 2, \dots, S$$

并根据最大隶属度原则得到评价结果 φ_s^1 :

$$\varphi_s^1 = \max(r_{s1}^1, r_{s2}^1, \dots, r_{sM}^1), s = 1, 2, \dots, S$$

2.4 二级评价

按照指标体系的框架结构中二级指标的分类, 将 $R_s^1 (s = 1, 2, \dots, S)$ 分成 $T = 3$ 组, 组成个评价矩阵 $C_t^1 (t = 1, 2, 3)$ 如下:

$$C_1^1 = \begin{pmatrix} R_1^1 \\ \vdots \\ R_4^1 \end{pmatrix}_{4 \times 5}, C_2^1 = \begin{pmatrix} R_5^1 \\ \vdots \\ R_8^1 \end{pmatrix}_{4 \times 5}, C_3^1 = \begin{pmatrix} R_9^1 \\ \vdots \\ R_{12}^1 \end{pmatrix}_{4 \times 5}$$

按照模糊变换得到一级指标的评价向量 $R_t^2 (t = 1, 2, 3)$:

$$R_t^2 = W_s^2 \cdot C_t^1 = (r_{t1}^2, r_{t2}^2, \dots, r_{tM}^2), t = 1, 2, 3$$

并根据最大隶属度原则得到评价结果 φ_t^2 :

$$\varphi_t^1 = \max(r_{t1}^2, r_{t2}^2, \dots, r_{tM}^2), t = 1, 2, 3$$

2.5 总评价

组合 3 个二级指标的评价向量,组成总目标下的评价矩阵 C :

$$C = \begin{pmatrix} R_1^2 \\ R_2^2 \\ R_3^2 \end{pmatrix}$$

按照模糊变换得到一级指标的评价向量 R :

$$R = W \cdot C = (r_1, r_2, \dots, r_M)$$

并根据最大隶属度原则得到评价结果 φ :

$$\varphi = \max(r_1, r_2, \dots, r_M)$$

利用多级模糊综合评价,将生态城评价指标分为 3 个层次,评定标度分为 5 级对每个层次进行评价,这种评价更能反映生态城评价的实情和复杂特征。

3 生态城评价实证分析

以江苏大丰、成都龙泉驿和中新天津生态城为例,首先得到单因素指标层对应于一级指标层的权重向量 $W_s^1 (s=1, 2, \dots, 12)$:

$$\begin{cases} w_1^1 = (0.19, 0.18, 0.18, 0.16, 0.14, 0.15), \\ w_2^1 = (0.35, 0.65), \\ w_3^1 = (0.4, 0.6), \\ w_4^1 = (1), \\ w_5^1 = (0.42, 0.27, 0.31), \\ w_6^1 = (0.3, 0.33, 0.37), \\ w_7^1 = (0.6, 0.4), \\ w_8^1 = (0.4, 0.6), \\ w_9^1 = (0.33, 0.28, 0.39), \\ w_{10}^1 = (0.32, 0.42, 0.26), \\ w_{11}^1 = (0.55, 0.45), \\ w_{12}^1 = (1) \end{cases}$$

一级指标层对应于二级指标层的权重向量 $W_t^2 (t=1, 2, 3)$:

$$\begin{cases} w_1^2 = (0.32, 0.2, 0.23, 0.25), \\ w_2^2 = (0.27, 0.23, 0.2, 0.3), \\ w_3^2 = (0.23, 0.28, 0.29, 0.2), \end{cases}$$

二级指标层对应于总目标层的权重向量 W :

$$W = (0.4, 0.32, 0.28)$$

根据国家或国际规定的标准值,以及国内外已建成的具有良好特色的生态城市的目标值,按照 2.2—2.5 中所提的三级模糊综合评价方法得到二级指标(经济、生态、社会)的评价结果(见表 3)和总目标的评价结果(见表 4)。

表 3 二级指标评价结果

指标	城市	评价向量	评价结果	
经济	江苏大丰	(0.414 , 0.326, 0.264, 0.0)	0.414	优秀
	成都龙泉驿	(0.74 , 0.254, 0.006, 0.0)	0.74	优秀
	中新天津生态城	(0.174, 0.563 , 0.159, 0.105, 0)	0.563	良好
生态	江苏大丰	(0.167, 0.455 , 0.36, 0.018, 0)	0.455	良好
	成都龙泉驿	(0.316, 0.807 , 0.107, 0.048, 0)	0.807	良好
	中新天津生态城	(0.166, 0.673 , 0.123, 0.038, 0)	0.673	良好
社会	江苏大丰	(0.104, 0.387, 0.394 , 0.115, 0)	0.394	一般
	成都龙泉驿	(0.301, 0.387 , 0.219, 0.092, 0)	0.387	良好
	中新天津生态城	(0.135, 0.516 , 0.245, 0.104, 0)	0.516	良好

3.1 经济指标的评价分析

由表 3,江苏大丰和成都龙泉驿这两个生态城区的经济现状均属于优秀范围,但成都龙泉驿的评价结果为 0.74,江苏大丰的评价结果为 0.414,可以看出成都龙泉驿经济实力更强,经济现状更好。这跟这两个生态城市所处的地区以及相应的地方政策有着密不可分的关系。江苏大丰现属于盐城市,地理面积较

小,而成都龙泉驿位于省会成都,经济相对发达,资源和投资优势较多,这也导致了大丰虽然发展起步较早,但是经济现状仍不能领先于龙泉驿。中新天津生态城的评价结果属于良好范畴,次于前两个生态城,但考虑到该生态城于 2008 年从零开始建设并投入使用,已经能够达到良好的标准,可谓发展迅速。同时中新天津生态城又位于国家重要战略发展区域——

滨海新区,处于环渤海地区,临近首都,可以认为该生态城在今后的发展中会有一个优秀的趋势。

3.2 生态指标的评价分析

三个生态城市的生态现状均为良好,可见在生态指标方面这三个生态城市都有发展空间,同时可以看出生态环境的恢复和建设普遍具有一定的难度。尽管三个生态城生态发展均属良好,但我们还是能从评价结果中看出一些差别。其中,龙泉驿的评价结果为0.807,接近优秀,是三个生态城市中生态环境最好的,当然龙泉驿位于自古享有“天府之国”美誉的成都,本身生态环境现状优秀,因此在生态发展过程中遇到的问题相对较少。江苏大丰的生态现状是三个生态城市中最差的,评价结果为0.455,这可能是很多原因造成的,可能因为其历史文化悠久,在改善生态环境时要同时注意保护历史文化和遗迹,也可能因为大丰市是国家首批生态城区,当时的发展规划还不是很明确,造成江苏大丰的生态建设较慢。而中新天津生态城建设之初三分之一是废弃的盐田,三分之一是盐碱荒地,三分之一是有污染的水面,淡水缺乏,土地盐化,没有耕地,其他影响因素非常少^[9]。这使得中新天津生态城一直坚持生态优先、保护利用的原则,专心发展生态,令中新天津生态城的生态环境恢复迅速,发展良好。

3.3 社会指标的评价分析

社会发展在生态城市建设过程中,占有很高的地

位,因为社会现状体现了生态城市中与人相关的现状,生态城中的居民是生态城建设发展的支撑之一。由评价结果可以看出三个生态城市的社会发展现状都十分良好。江苏大丰和成都龙泉驿的生态城社会发展较为相似。而中新天津生态城的社会现状评价结果为0.516,在三个生态城市中,表现最好,可见中新天津生态城十分注重构建一个良好的社会环境。相比于其他两个生态城市,中新天津生态城更注重生态城居民医疗福利、受教育水平、生活水平等等的提高。

3.4 总目标层评价分析

成都龙泉驿是三个生态城市中唯一一个总评价优秀的生态城市,其经济和生态已经进入了较为优秀的发展状态,而社会指标属于良好,所以在今后的发展中,成都龙泉驿可以在社会发展方面投入更多的精力,如此成都龙泉驿会发展得更优秀。而中新天津生态城虽然建设比较晚,但是发展非常迅速,在经济发展、生态环境改善和社会环境这3方面均衡发展,在三个生态城市中仅次于成都龙泉驿,只要中新天津生态城一直保持均衡发展的道路,按照原有目标继续进步,就可以整体达到优秀的水平。而江苏大丰市发展阶段虽然也属良好,但和前两个生态城市还有一定的差距,可以考虑改善一些原有的、最初的发展模式,结合本地区的现状,以求更好的发展。

表4 总目标层评价结果

指标	城市	评价向量	评价结果	
总目标层	江苏大丰	(0.248, 0.384 , 0.331, 0.038, 0)	0.384	良好
	成都龙泉驿	(0.481 , 0.468, 0.098, 0.041, 0)	0.481	优秀
	中新天津生态城	(0.16, 0.585 , 0.171, 0.083, 0)	0.585	良好

4 结语

1)本文参考生态城的经济、生态和社会特征结合江苏大丰、成都龙泉驿和中新天津生态城三个生态城市的指标数据,选取了30个评价指标并建立了多级生态城评价指标体系,其结构明确,数量细化,可操作性较强;

2)利用多级模糊综合评价方法对江苏大丰、成都龙泉驿和中新天津生态城市进行了综合评价,系统分析和比较了三个生态城的经济、社会和生态指标的发展现状,真实的反映出三个生态城市的总体建设情况,并为后期发展提供参考。

参考文献

[1] 李浩.生态城市规划建设的“中国范式”[J].城市发展研究,2013,20(12):69-75.

[2] 王林梅.生态城市建设的国际经验研究[J].学术论坛,2013(9):187-190.

[3] 吴颖婕.中国生态城市评价指标体系研究[J].生态经济,2012(12):52-56.

[4] 马亚丽,王东伟,张爱林.在役桥梁结构健康等级的多级模糊综合评判[J].北京工业大学学报,2005,31(1):36-40.

[5] 王宏,杜丽萍,张帅.基于模糊综合评价法的高校教师绩效评价模型[J].河北理工大学学报:社会科学版,2011,11(1):56-58.

[6] 韩晓刚,黄廷林,陈秀珍.改进的模糊综合评价法及在给水厂原水水质评价中的应用[J].环境科学学报,2013,33(5):

1513—1518.

- [7] 李晓琼,钟艳,陶春元,王应想. 试论数字生态城指标体系构建——以共青数字生态城为例[J]. 生态经济,2014,30(8): 54—56.

- [8] 李锋,刘旭升,胡聘,王如松. 生态市评价指标体系与方法——以江苏大丰市为例[J]. 应用生态学报,2007,18(9):

2006—2012.

- [9] 中新生态城门户网站[OL]. <http://www.eco-city.gov.cn/>.

- [10] 江苏大丰市门户网站[OL]. <http://www.dafeng.js.cn/>.

- [11] 成都龙泉驿信息公开[OL]. <http://www.longquanyi.gov.cn/>.

Multilevel Fuzzy Comprehensive Evaluation of Eco-city

TANG Wen-guang, HAN Zi-qi, CAI Kai-hao

(College of Science, Tianjin University of Commerce, Tianjin 300134, China)

Abstract: Firstly, based on the investigation of Jiangsu Dafeng, Chengdu Longquanyi and Zhongxin Tianjin Eco-city, this paper selects 30 indicators from the economic, ecological and social three-dimensionality, and builds a multi-level eco-city evaluation index system; Secondly, this paper uses the three-level fuzzy comprehensive evaluation method to systematically analyze the economic, social and ecological development status of the three eco-cities, and draws the overall evaluation results of the three eco-cities as good, excellent and good.

Key words: ecological city; evaluation index system; fuzzy comprehensive evaluation

(上接第23页)

- [6] 张保华. 山西产业结构合理化的制约因素研究[J]. 理论探索,2006(2):80—83.

- [7] 张晓梅. 发挥比较优势与优化山西产业结构的探讨[J]. 经济

问题,2008(3):121—123.

- [8] 王展祥,王秋石,李国民. 发达国家去工业化与再工业化问题探析[J]. 现代经济探讨,2010(10):38—42.

Research on the Adjustment of Industrial Structure in Shanxi Province from the Perspective of Deindustrialization

PANG Shu-ya

(Business College, Shanxi University, Taiyuan 030031, China)

Abstract: In recent years, the coal industry has been in a downturn. The Shanxi economy, which relies too much on the production, sales and processing of raw coal, is hard to regain its glory. The article compares relevant economic data, systematically analyzes the status quo of Shanxi's industrial structure, and believes that Shanxi has a degraded phenomenon of deindustrialization. In order to accelerate industrial in Shanxi upgrading under the mechanism of benign de-industrialization, the paper believes that Shanxi should revitalize the development of Shanxi's industrial economy with the improvement of labor productivity as a starting point to promote the optimization and upgrading of industrial structure.

Key words: deindustrialization; Shanxi; industrial structure