

温州生态城市建设指标体系与综合评价

翁士增¹, 叶盛², 夏凤毅^{3,†}

(1. 湖州职业技术学院, 浙江湖州 313000; 2. 温州市环境保护局, 浙江温州 325000;
3. 温州大学生命与环境科学学院, 浙江温州 325035)

摘要: 生态城市是可持续发展理念在城市建设过程中的具体体现, 是人与自然高度和谐的城市发展模式, 是实施可持续发展战略的必然选择. 以温州市生态城市建设为例, 参照宋永昌等提出的生态城市评价方法, 从经济发展、环境保护和社会进步三个方面构建了温州市生态城市指标体系, 并对该市生态化程度进行了综合评价.

关键词: 生态城市; 指标体系; 综合评价

中图分类号: X826 **文献标识码:** A **文章编号:** 1006-0375(2007)06-0035-07

目前, 全国 660 多个大中城市不同程度地存在着生态破坏和环境污染问题^[1]. 温州市地处浙南沿海, 2006 年实现生产总值 1 834.38 亿元, 财政收入 241.09 亿元, 城市居民人均可支配收入 21 716 元, 农民人均纯收入 7 543 元^[2]; 各项社会事业快速发展, 基础设施条件显著改善, 城市化水平快速提升, 城市综合服务功能日趋完善, 初步形成了较完善的商贸流通体系. 本文以此为切入点, 依托国内外生态城市建设理论, 构建了温州生态城市建设指标体系, 并对该市生态城市建设进行了综合评价.

1 生态城市的内涵

1.1 生态城市的研究概况

面对工业文明所潜伏的种种危机, 人类从 18 世纪末就提出了新的城市建设模式. 埃比尼泽·霍华德 1898 年提出了田园城市理论^[3]. 20 世纪初, 刘易斯·芒福德提出了“科技生态”思想^[4], 此后, 生态环境引起人们的普遍关注. 1972 年联合国环境与发展大会明确提出, 人类的定居和城市必须加以规划. 20 世纪 80 年代马世骏提出社会—经济—自然复合生态系统理论^[5]. 我国 1993 年提出走可持续发展道路的发展战略, 1996 年制订了《全国生态示范区建设规划纲要(1996-2050)》, 十五大把可持续发展确立为一项基本战略, 十六届三中全会提出科学发展观. 目前国内已有上海、广州等 20 多座城市提出生态城市建设目标.

1.2 生态城市的概念

生态城市, 是在 70 年代联合国教科文组织发起的“人与生物圈(MAB)”计划中提出的, 这一概念一经出现, 立刻就受到全球的广泛关注. 理查德·瑞杰斯特 1984 年提出了生态城市的初

收稿日期: 2007-06-26

作者简介: 翁士增(1972-), 男, 浙江湖州人, 助理研究员, 硕士, 研究方向: 土地管理与城市经营. † 通讯作者, xfy6888@163.com

步原则,认为生态城市是生态方面健康的城市^[6]。1998年,沈清基认为生态城市是社会、经济、自然协调发展和整体生态化,即实现人和自然和谐发展、生态良性循环的城市^[7]。

目前对生态城市还没有统一的定义,但从总体上来看都肯定了生态城市是城市可持续发展的更高阶段,都强调指出生态城市建设应追求经济、环境和社会协调发展,具有和谐性、高效性、持续性、整体性、区域性等特征,城市生态学、可持续发展等理论可作为其理论基础。

2 温州市生态城市建设指标体系构建

2.1 温州市生态城市建设概况

改革开放以后,温州市城市规模进一步扩大,经济快速发展。2003年12月,浙江省政府通过了《温州市城市建设总体规划(2003-2020)》。2004年,温州市委、市政府委托中科院、清华大学编制温州生态市建设规划^[8],并于当年8月启动生态市建设,已取得一定的成效。

2.2 指标体系的选择

本文根据国家生态市建设指标要求,参照宋永昌等人构建的生态城市指标体系^[9],建立了一个具有三级指标体系,涵盖经济发展、环境保护和社会进步的指标系统。其中,一级指标3个,二级指标10个,三级指标39个。经济发展的二级指标因子为:经济水平、经济效率、经济结构;环境保护的二级指标因子为:环境质量、污染控制、环境建设、资源保护;社会进步的二级指标因子为:人口结构、生活质量、社会保障。

2.3 标准值的确定

本研究中对标准值的确定遵循如下原则:对国家已有标准的,采用国家规定的标准值;国家没有标准的,以国内外具有代表性的城市的现状值作为标准值。根据这些原则,拟定温州市城市生态评价标准值。指标体系与标准值的选择如表1。

表1 温州市生态城市指标的标准值

一级 指标	二级 指标	三级指标	单位	标准值	依据
	经济 水平	人均GDP	元/人	≥33 000	国家生态市建设指标
		农民人均纯收入	元/人	≥11 000	国家生态市建设指标
		城镇居民人均可支配收入	元/人	≥24 000	国家生态市建设指标
		人均财政收入	元/人	≥5 000	国家生态市建设指标
		人均储蓄余额	元/人	36 829	2003年上海现状值
经 济 发 展	经 济 效 率	万元产值能耗 (国有及规模以上工业)	吨标煤/万元	≤1.4	国家生态市建设指标
		单位GDP水耗	m ³ /万元	≤150	国家生态市建设指标
		全员劳动生产率	万元/人	14.027 1	2002年上海现状值
经 济 结 构		规模化企业通过ISO-14000 认证比率	%	≥20	国家生态市建设指标
		第三产业占GDP比例	%	≥45	国家生态市建设指标
		环境保护投入占GDP的比重	%	2.5	依据发达国家现状值外推
		财政一般预算收入增长率	%	52	2003年苏州市现状值

(接下表)

(接上表)

环境质量	城市空气质量(好于二级的天数)	天/年	≥330	国家生态市建设指标
	集中式饮用水水质达标率	%	100	国家生态市建设指标
	城市水功能区水质达标率 (劣 V 类以上水体)	%	100, 且城市无超 IV 类水体	国家生态市建设指标
环境控制	SO ₂ 排放强度	Kg/万元 GDP	<5.0 且无超标	国家生态市建设指标
	COD 排放强度	Kg/万元 GDP	<5.0 且无超标	国家生态市建设指标
	噪声达标区覆盖率	%	≥95	国家生态市建设指标
	工业废水排放达标率	%	100	国家生态市建设指标
环境保护	森林覆盖率 (山区、丘陵、平原综合)	%	60	国家生态市建设指标
	城市人均公共绿地面积	m ² /人	≥11	国家生态市建设指标
	退化土地恢复率	%	≥90	国家生态市建设指标
	城市生活污水集中处理率	%	≥70	国家生态市建设指标
	城镇生活垃圾无害化处理率	%	100	国家生态市建设指标
资源保护	工业用水重复率	%	≥50	国家生态市建设指标
	工业固废综合利用率	%	≥80, 且无危险废物排放	国家生态市建设指标
	受保护地区占国土面积比例	%	≥17	国家生态市建设指标
人口结构	城市化水平	%	≥55	国家生态市建设指标
	高等教育毛入学率	%	≥30	国家生态市建设指标
	人口自然增长率	‰	6.01	2003 年人口自然增长率
社会进步	城市居民恩格尔指数	%	<40	国家生态市建设指标
	农村居民恩格尔指数	%	<40	国家生态市建设指标
	城市气化率	%	≥90	国家生态市建设指标
	城市人均住房面积	m ² /人	23.8	2003 年全国城镇居民住房面积现状值
	万人病床数(市区)	床/万人	90	国内领先城市, 如太原(89.8)的现状
社会保障	环境保护宣传教育普及率	%	>85	国家生态市建设指标
	公众对环境的满意率	%	>90	国家生态市建设指标
	城镇登记失业率	%	1.2	接近国际大城市就业最好年份的失业率
	人均保险费(市区)	元	2 100	根据香港、广州等城市标准

2.4 指标筛选

筛选指标需要建立相关系数矩阵, 考虑到原始数据(39个)间存在量纲不同和指标间数量级间的差异, 应首先进行指标正规化。本文数据正规化采用胡秉民等 1992 年提供的方法^[10], 即: $X_i = (X_i - X_{\min}) / (X_{\max} - X_{\min})$ 通过标准化, 使原始数据在(0, 1)之间, 而且使衡量数据间的离散程度的特征数和标准差最低。

由三个功能团(经济发展、环境保护、社会进步)的数值及其权重计算温州城市生态系统的

生态综合指数, 依此判断温州城市生态化程度. 对各二级原始指标标准化后数据之间的相关系数进行计算, 可知:

(1) 从 39 个原始指标中, 选出 32 个平均相关系数绝对值 $|r| \geq 0.5$ 的指标. 筛选掉 $|r| < 0.5$ 的 7 个指标, 即: 环境保护投入占 GDP 比例、财政一般预算收入增长率、COD 排放强度、噪声达标区覆盖率、工业用水重复率、人口自然增长率、公众对环境的满意率. 其中 COD 排放强度、噪声达标区覆盖率、工业用水重复率 3 个指标独立性较强, 能够作为描述生态城市建设的指标.

(2) 从上一步选出的 32 个原始指标中进一步筛选. 经济发展、环境保护、社会进步所辖的原始指标的相关系数绝对值的平均值分别为 0.725 2、0.609 8、0.741 0. 选出相关系数大于平均相关系数的指标共 28 个; 筛选掉的指标 4 个, 分别是: 城市水功能区水质达标率 (劣 V 类以上水体)、森林覆盖率 (山区、丘陵、平原综合)、工业固废综合利用率和万人病床数 (市区).

(3) 合并 (1) 和 (2) 两项描述温州城市生态系统的最终指标, 共 31 个.

(4) 将筛选后的指标作独立性分析, 建立所有指标间的相关矩阵, 发现并无相关系数达到 0.9 以上, 说明独立性较强, 可以认为指标筛选完毕 (如图 1).

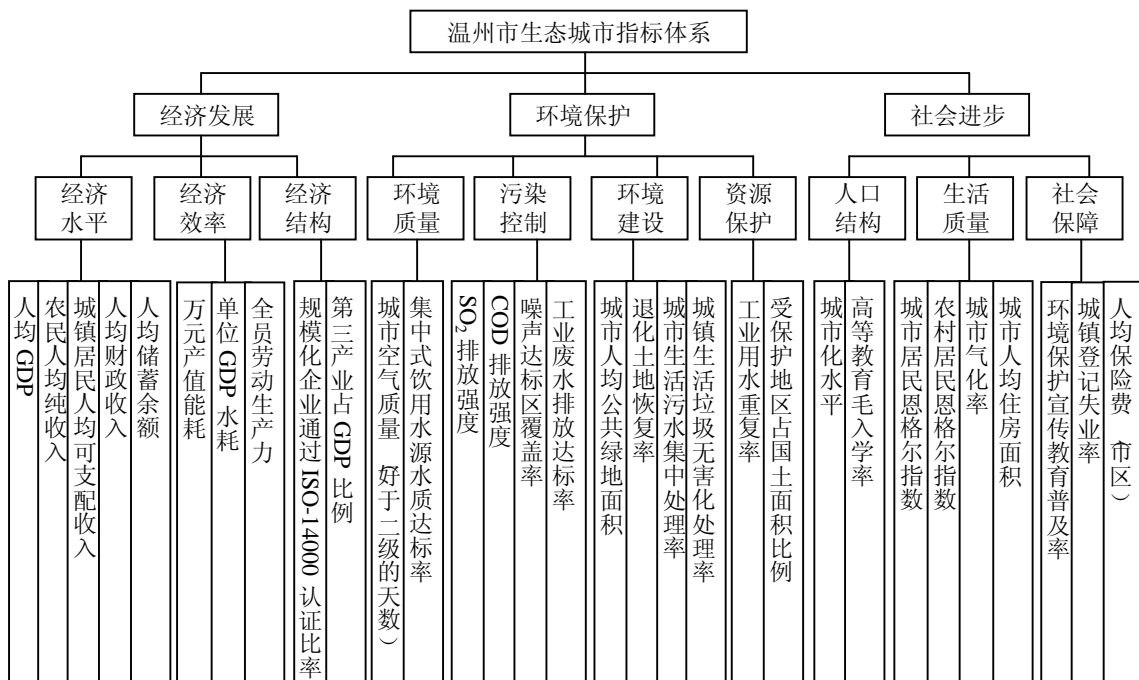


图 1 温州市生态城市指标体系

3 温州市生态城市建设评价

3.1 评价模型的设计

本文根据温州市的实际情况, 参照宋永昌等建立的生态城市评价数学模型^[9], 对温州生态城市建设现状进行定量评价. 生态城市建设指标权重的确定采用层次分析法, 构造两两比较判断矩阵, 对同一层次指标进行两两比较, 比较的结果以 T L Saaty 的 1-9 标度法表示 (如表 2).

根据温州生态城市建设的实际情况, 综合宋永昌^[9]等对城市生态系统指标的权重确定, 采用

求和法计算各评价指标的相对权重，见表 3、表 4、表 5 和表 6。

3.2 生态综合指数的计算

运用已得的指标权重，采用宋永昌^[9]等对生态城市建设评价模型，分别对三级指标、二级指标和一级指标数值进行运算，得出温州城市生态综合指数。

三级指标的运算：三级指标的运算，即现状值标准化。当指标越大越好时， $Q_i = 1 - \frac{S_i - C_i}{S_i - \text{Min}}$ ；当指标越小越

好时， $Q_i = 1 - \frac{C_i - S_i}{\text{Max} - S_i}$ 。式中， S_i ：标准值； C_i ：现

状值； Min ：历年最小值除以 1.05； Max ：历年最大值乘以 1.05。

二级指标的运算： $V_i = \frac{\sum_{i=1}^m Q_i}{m}$ 。式中， Q_i ：三级指标标准化数值； m ：一级指标所辖二级指标项数。

一级指标数值的运算： $U_i = \sum_{i=1}^m V_i W_i$ 。式中， V_i ：二级指标值； W_i ：二级指标的权重； m ：各功能团所辖一级指标项数。

生态综合指数的计算： $E_i = \sum_{i=1}^m U_i W_i$ 。式中， U_i ：各功能团数值； W_i ：各功能团权重； m ：功能团的个数。

计算结果如表 7 所示。由表 7 的指标数值及指标权重，可得温州市生态综合指数为： $E_i = 0.5627$

3.3 生态化程度综合评价

参照文献[9]提供的生态程度评语，温州市生态综合指数位于第二级，即生态化程度较高。见表 8。

4 结 论

本文构建以经济发展、环境保护和社会进步为功能团的具有 31 个指标的生态城市建设指标体系。从生态综合指数可知，温州该市生态化程度虽处于第二级，即生态化程度较高阶段，但该指标数值位靠近下限，处于第三级向第二级转变的过渡范围内，即该市生态化程度依然脆弱，加强生态市建设，提高生态化程度仍迫在眉睫。

表 2 1-9 标度法^①

标值	含义
1	两个指标相比，具有同样重要性
3	两个指标相比，一个指标比另一个指标稍微重要
5	两个指标相比，一个指标比另一个指标明显重要
7	两个指标相比，一个指标比另一个指标强烈重要
9	两个指标相比，一个指标比另一个指标极端重要
2, 4, 6, 8	指上述相邻判断的中间值

表 3 经济发展所辖二级指标权重

指标	ED ₁	ED ₂	ED ₃	同行和	正规化
ED ₁	1	1/5	2	3.2	0.183 9
ED ₂	5	1	5	11	0.632 2
ED ₃	2	1/5	1	3.2	0.183 9

表 4 环境保护所辖二级指标权重

指标	EP ₁	EP ₂	EP ₃	EP ₄	同行和	正规化
EP ₁	1	1/5	1/5	2	3.4	0.105 0
EP ₂	5	1	7	1/2	13.5	0.417 0
EP ₃	5	1/5	1	1/3	6.476 2	0.200 0
EP ₄	3	2	3	1	9	0.278 0

表 5 社会进步所辖二级指标权重

指标	SP ₁	SP ₂	SP ₃	同行和	正规化
SP ₁	1	5	1/2	6.5	0.463 2
SP ₂	1/5	1	1/3	1.533	0.109 3
SP ₃	2	3	1	6	0.427 5

表 6 三个功能团权重的确定

指标	ED	EP	SP	同行和	正规化
ED	1	4	4	9	0.642 9
EP	1/4	1	1/2	1.75	0.125 0
SP	1/4	2	1	3.25	0.232 1

① 资料来源：高洪深. 社会经济系统工程[M]. 北京：社会科学文献出版社，1990：75.

表7 温州市生态城市建设生态化程度综合指标数值

一级指标	二级指标	三级指标	2003年现状值	标准值	现状值标准化	二级指标权重	二级指标数值	一级指标数值	一级指标权重	
ED	ED ₁	ED ₁₀₁	16 558	≥33 000	0.294 3	0.183 9	0.302 6	0.533 4	0.642 9	
		ED ₁₀₂	5 548	≥11 000	0.239 8					
		ED ₁₀₃	16 035	≥24 000	0.437 2					
		ED ₁₀₄	2 049	≥5 000	0.309 3					
		ED ₁₀₅	12 398.5	36 829	0.232 2					
	ED ₂	ED ₁₀₆	0.264 6	≤1.4	1	0.632 2	0.695 1			
		ED ₁₀₇	146.6	≤150	1					
		ED ₁₀₈	4.96	14.03	0.085 3					
	ED ₃	ED ₁₀₉	1.4	≥20	0.023 5	0.183 9	0.208 6			
		ED ₁₁₀	38.1	≥45	0.393 7					
EP	EP ₁	EP ₂₀₁	361	≥330	1	0.105 0	1			
		EP ₂₀₂	100	100	1					
	EP ₂	EP ₂₀₄	5.59	<5.0	0.419 6	0.417 0	0.631 8			
		EP ₂₀₅	8.2	<5.0	0.770 3					
		EP ₂₀₆	71.0	≥95	0.386 1					
		EP ₂₀₇	96.26	100	0.951 0					
	EP ₃	EP ₂₀₉	5.54	≥11	0.349 3	0.200 0	0.252 6			
		EP ₂₁₀	38.5	≥90	0.097 2					
		EP ₂₁₁	37.5	≥70	0.358 0					
		EP ₂₁₂	80.26	100	0.205 9					
		EP ₄	EP ₂₁₃	9.4	≥50			0.028 9	0.278 0	0.514 5
			EP ₂₁₅	35.7	≥17			1		
SP	SP ₁	SP ₃₀₁	51.5	≥55	0.757 4	0.463 2	0.746 9			
		SP ₃₀₂	24.3	≥30	0.736 3					
	SP ₂	SP ₃₀₄	37.1	<40	1	0.109 3	0.864 6			
		SP ₃₀₅	44.65	<40	0.662 3					
		SP ₃₀₆	100	≥90	1					
		SP ₃₀₇	21.5	23.8	0.796 2					
	SP ₃	SP ₃₀₉	87.8	>85	1	0.427 5	0.476 6			
		SP ₃₁₁	3.1	1.2	0.292 4					
		SP ₃₁₂	411.05	2 100	0.137 3					

表8 生态程度评语

分级	生态综合指数值	评语	分级	生态综合指数值	评语
第一级	>0.7	生态化程度很高	第四级	0.25-0.35	生态化程度较低
第二级	0.5-0.75	生态化程度较高	第五级	<0.25	生态化程度很差
第三级	0.35-0.50	生态化程度一般			

参考文献

- [1] 严正. 中国城市发展问题报告问题[M]. 北京: 中国发展出版社, 2004: 1-2.
- [2] 温州市年鉴编辑委员会. 2007年温州年鉴[M]. 北京: 中国统计出版社, 2007: 1-11.
- [3] [英]埃比尼泽·霍华德. 明日田园城市[M]. 金经元, 译. 北京: 商务印书馆出版社, 2000: 1-5.
- [4] 刘易斯·芒福德. 城市发展史——起源、演变和前景[M]. 倪文彦, 宋峻岭, 译. 北京: 中国建筑工业出版社. 1989: 10-19.
- [5] 马世骏, 王如松. 社会—经济—自然复合生态系统[J]. 生态学报, 1984, 4(1): 1-9.
- [6] [美]理查德·瑞杰斯特. 生态城市——建设与自然平衡的人居环境[M]. 王如松, 胡聃, 译. 北京: 社会科学文献出版社, 2002: 167.
- [7] 沈清基. 城市生态与城市环境[M]. 上海: 同济大学出版社, 1998: 3-11.
- [8] 温州市发展计划委员会. 温州市生态市建设规划[EB/OL]. [2004-08-13]. <http://wzjw.zei.gov.cn/wzfgw/zgh/node98/userobject1ai1771.html>.
- [9] 宋永昌, 戚仁海, 由文辉, 等. 生态城市的指标体系与评价方法[J]. 城市环境与城市生态, 1999, 12(5): 16-19.
- [10] 胡秉民, 王兆骞, 吴建军, 等. 农业生态系统结构指标体系及其量化方法研究[J]. 应用生态学报, 1992, 3(2): 144-148.

Comprehensive Evaluation of Eco-city Construction in Wenzhou

WENG Shizeng¹, YE Sheng², XIA Fengyi³

(1. Huzhou Vocational Technology College, Huzhou, China 313000; 2. Wenzhou Environmental Protection Bureau, Wenzhou, China 325000; 3. Life and Environment Science College, Wenzhou University, Wenzhou, China 325035)

Abstract: Eco-city is the embodiment of the conception of sustainable development, the development patterns for a city's harmony between man and nature and the inevitable choice to implement the strategy of sustainable development. Taking the eco-city construction in Wenzhou as an example, this paper makes references of the eco-city evaluation method provided by Song Yongchang, composes the index system of the city of Wenzhou from the three aspects of economic development, environmental protection and social progress and makes an overall evaluation the ecological level of the city.

Key words: Eco-city; Index system; Comprehensive evaluation

(编辑: 王一芳)