

基于熵权法与协调度模型的宁波市生态文明评价

张 茜, 王益澄*, 马仁锋

(宁波大学 建筑工程与环境学院, 浙江 宁波 315211)

摘要: 生态文明评价研究是评估城市或区域生态文明建设进程、诊断生态文明建设问题的重要环节, 是探索科学生态文明实践模式的理论前提。从经济转型、社会和谐、环境友好、空间优化四方面构建生态文明评价指标体系, 采用熵权法确定指标权重, 并运用协调度模型从时、空双维度实证评价宁波 10 年来的生态文明水平及其演化。研究发现: (1)2002~2011 年宁波生态文明水平呈上升趋势, 生态文明发展趋向科学化, 但稳定性较差, 尚未形成持久动力; (2) 10 年间宁波的社会、环境、空间子系统整体趋好, 但经济子系统协调度较低; (3)2011 年宁波各行政单元的生态文明综合协调度呈市区高于外围, 北部高于南部的分布特点; (4)聚类将 6 个县归为 4 类, 即宁海与象山亟待全面提升型、余姚与奉化低水平环境友好型、慈溪高水平环境友好型、市区生态文明高质型。

关键词: 城市生态文明建设; 评价指标体系; 熵权法; 协调度; 宁波

中图分类号: F205

文献标志码: A

文章编号: 1001-5132 (2014) 03-0113-06

党的十八大报告将生态文明建设与经济建设、政治建设、文化建设、社会建设并列提出, 将其提高到前所未有的地位。有关生态文明的理论与实践研究方兴未艾, 其中, 生态文明评价研究是评估城市生态文明建设进程、诊断生态文明建设问题的重要环节, 是探索科学生态文明实践模式的理论前提。

当前国内外学者对生态文明评价的研究主要从经济、社会、环境、资源等几方面入手构建指标体系, 形成了一批研究成果。如联合国可持续发展指标, 英国、德国、苏格兰等国先后建立可持续发展指标^[1]; 国内“国家生态园林城市试行指标”^[1]、《生态县、生态市、生态省建设指标》^[1]以及长株潭城市群^[2]、江苏^[3]、山东^[4]、河南^[5]、北京^[6]、西安^[7-8]等省市在该方面进行的尝试。这些研究完善了我国生态文明评价理论, 对各省市的生态文明实践活动有重要指导作用。但从内容上看指标体系不够完善, 较少涉及空间方面, 尤其在国内外文献中很难发现对宁波生态文明发展现状的客观评

价, 不利于宁波生态文明建设的大力推进。笔者从经济、社会、环境、空间四方面构建生态文明评价指标体系, 并从时、空双维度对宁波近 10 年来的生态文明水平及演化进行实证分析, 以期对宁波生态文明建设提供参考。

1 城市生态文明评价指标体系构建

1.1 评价指标体系遴选与测度方法

1.1.1 评价指标体系遴选

生态文明是以人与人、人与自然、人与社会和谐共生、良性循环、全面发展、可持续发展和繁荣为基本宗旨的文化伦理形态^[7], 其中人与自然协调发展是核心^[9]。

笔者深入分析现有研究成果, 发现主要可从经济、社会、环境、资源等几方面入手构建指标体系。在此基础上, 据胡锦涛主席在十八大中提出的优化国土空间开发格局要求, 将“资源”并入“经济”, 再添加“空间”部分, 构建“经济(Economy)—环境(Environment)—社会(Society)—空间(Space)”

收稿日期: 2013-11-27.

宁波大学学报(理工版)网址: <http://journal.g.nbu.edu.cn/>

基金项目: 教育部人文社会科学研究青年基金(13YJC790107); 宁波市科技计划软科学项目(2013A10091); 宁波大学学科项目(XKL13D212)。

第一作者: 张茜(1989—), 女, 山西晋城人, 在读硕士研究生, 主要研究方向: 地理与城市生态。E-mail: zhangxi19890404@163.com

*通信作者: 王益澄(1962—), 男, 浙江宁波人, 教授, 主要研究方向: 城市地理与空间规划。E-mail: wangyicheng@nbu.edu.cn

EESS 指标体系. 该体系的构建坚持科学性、全面性、重点性、前瞻性原则, 且注重体现人与自然的协调发展. 总体结构上分为 3 层: 目标层为生态文明综合指数, 系统层分为经济转型、社会和谐、环境友好和空间优化 4 大子系统(表 1), 指标层是对所属子系统更具体的表示, 即 3×4 评价体系.

表 1 宁波市生态文明评价指标体系

系统层	指标层	目标值
经济转型	J_1 : 第三产业增加值占 GDP 比重	$\geq 45\%$
	J_2 : R&D 投入占 GDP 比重	$\geq 5\%$
	J_3 : 单位 GDP 能耗(标准煤)	$\leq 1.4 \text{ t} \cdot \text{万元}^{-1}$
	J_4 : 工业用水重复率	$\geq 80\%$
	J_5 : 人均日生活用水量	$< 180 \text{ L} \cdot (\text{d} \cdot \text{人}^{-1})^{-1}$
社会和谐	S_1 : 城乡居民人均收入比	$\leq 2\%$
	S_2 : 城镇登记失业率	$\leq 4.3\%$
	S_3 : 每万人公共交通工具	≥ 14 标台
	S_4 : 万人拥有医院床位数	≥ 40
环境友好	H_1 : 二氧化硫排放强度	< 5.0
	H_2 : 污水处理率	$\geq 70\%$
	H_3 : 生活垃圾无害化处理率	100%
	H_4 : 人均公共绿地面积	$\geq 11 \text{ m}^2 \cdot \text{人}^{-1}$
空间优化	K_1 : 单位 GDP 建设用地	$\leq 4 \times 10^{-7} \text{ hm}^2$
	K_2 : 建成区绿化覆盖率	$\geq 45\%$
	K_3 : 人均居住建筑面积	$> 27 \text{ m}^2 \cdot \text{人}^{-1}$

注: 总“目标层”为生态文明综合指数, 且表中各指标目标值设定主要参考了我国生态市、生态省建设标准、国家生态园林城市标准、人居环境奖基本指标体系^[1]以及各先进省市相应标准.

1.1.2 原始数据标准化方法与指标赋权

为使各评价指标的数据具有可比性, 采用比重法^[10]进行数据标准化, 此方法适用于所有指标数据. 设现已取得 n 个参评对象的 m 个评价指标的数据 X_{ij} ($i=1, 2, \dots, n; j=1, 2, \dots, m$). 标准化公式如下:

$$P_{ij} = X_{ij} / \sum_{i=1}^n X_{ij},$$

式中, P_{ij} 为第 i 个参评对象第 j 个评价指标的标准化值; X_{ij} 为第 i 个参评对象第 j 个评价指标的原始值; n 为参评对象的个数.

信息论中信息熵反映系统的有序程度, 系统的有序度越高, 信息熵越小, 反之亦然. 在此利用信息熵计算各评价指标的权重. 参评指标的熵值 $H(x_j)$ ^[10]计算公式如下:

$$H(x_j) = -k \sum_{i=1}^n P_{ij} \ln P_{ij}; i=1, 2, \dots, n; j=1, 2, \dots, m;$$

式中, k 为调节系数, $k=1/\ln n$; P_{ij} 为第 i 个参评对象第 j 个评价指标的标准化值.

计算指标的差异系数 h_j , 第 j 项参评指标的差异系数 h_j 为:

$$h_j = 1 - H(x_j), j=1, 2, \dots, m,$$

则 j 项参评指标的权重 d_j 为:

$$d_j = h_j / \sum_{j=1}^m h_j, j=1, 2, \dots, m,$$

某项评价指标的熵值越大, 其权重值越小, 反之亦然. 经计算, 宁波生态文明评价指标权重见表 2.

表 2 宁波市生态文明建设评价指标权重

评价指标	总体系权重	子体系权重
J_1	0.000 6	0.003 9
J_2	0.093 2	0.601 8
J_3	0.006 3	0.040 4
J_4	0.047 4	0.306 0
J_5	0.007 4	0.047 9
S_1	0.573 5	0.934 8
S_2	0.004 5	0.007 4
S_3	0.004 7	0.007 7
S_4	0.030 8	0.050 2
H_1	0.148 8	0.733 6
H_2	0.042 1	0.207 4
H_3	0.006 3	0.031 2
H_4	0.005 6	0.027 8
K_1	0.019 9	0.691 2
K_2	0.001 1	0.036 5
K_3	0.007 9	0.272 3

注: 数据来源于《宁波统计年鉴》2002~2011. 使用上述权重计算方法, 同一指标在不同的系统中权重不同. 总体系权重——将参与评价的 16 个指标看作一个总体系, 各指标在这个体系中的权重值; 子体系权重——将经济转型、社会和谐、环境友好、空间优化看作 4 个子体系, 各指标在各子体系下的权重值.

1.2 城市生态文明综合评价模型

影响城市生态文明建设水平的因素多且复杂, 为了使评价可操作性强, 本文采用协调度模型^[11]进行计算和评价.

1.2.1 功效函数

设评价指标变量为 $U(X_i), i=1, 2, \dots, n$, 其值为 $X_i, i=1, 2, \dots, n$, a_i 和 b_i 为系统临界点指标的上下限. 文中用评价指标时间序列的最大值和最小值

分别为 a_i 和 b_i , 这样处理虽然计算出的系统协调度与真实的协调度稍有偏差, 但并不影响模型解释的可信度, 反而能更清楚地显示生态文明协调度提升的幅度。

城市生态文明指标变量对系统有序的功效 $U(X_i)$ 表示如下:

$$U(X_i) = \begin{cases} (X_i - b_i) / (a_i - b_i), & \text{当 } U(X_i) \text{ 具有正效,} \\ (b_i - X_i) / (b_i - a_i), & \text{当 } U(X_i) \text{ 具有负效,} \end{cases} \quad i = 1, 2, \dots, n. \quad (1)$$

1.2.2 协调度模型

城市生态文明评价的核心不仅在于具体指标值及综合评价价值的高低, 还在于各子系统之间和子系统内各指标间的相互协调度。依照系统论, 城市生态文明协调度指支持系统的各子系统及各指标在区域生态文明建设过程中彼此和谐一致的程度。一般而言, 评价价值越接近, 说明生态文明建设过程越协调。用线性加权法对每个指标功效配以权重系数, 则协调度 C 的函数表达式如下:

$$C = \sum_{i=1}^n d_i U(X_i), i = 1, 2, \dots, n, \quad (2)$$

其中, d_i 为第 i 个指标的权重; $U(X_i)$ 为第 i 个指标的功系数值。根据协同理论, 协调度 C 在 0~1 之间, 当 $C \leq 0.2$ 时, 协调度极小, 系统处于极不协调状态; 当 $0.2 \leq C \leq 0.4$ 时, 系统处于不协调状态; 当 $0.4 \leq C \leq 0.5$ 时, 系统不太协调; 当 $0.5 \leq C \leq 0.6$ 时, 系统基本协调; 当 $0.6 \leq C \leq 0.8$ 时, 系统比较协调; 当 $C \geq 0.8$ 时, 协调度极大, 系统高度集中。

2 宁波生态文明评价实证研究

宁波位于中国大陆岸线中段, 长三角南翼, 浙江省东部, 是中国东南沿海重要的港口城市, 长三角区域中心城市和重化工基地, 浙江省经济中心。全市总面积 9 816 km², 2011 年全市户籍 576.4 万人, 生产总值 6 010.48 亿元, 人均 GDP 为 77 983 元, 高于全国平均水平。

2.1 宁波生态文明协调度动态变化分析

据宁波 2002~2011 年数据, 计算得 10 年间生态文明建设的系统协调度(表 3), 据此对宁波市域生态文明的纵向进行动态分析, 并尝试利用 2011 年截面数据比较宁波各县的生态文明水平, 以期

全方位揭示宁波生态文明现状。

表 3 2002~2011 年宁波生态文明建设协调度情况

年份	经济转型	社会和谐	环境友好	空间优化	综合
2002	0.041 6	0.006 6	0.029 5	0.002 3	0.016 5
2003	0.090 1	0.009 7	0.034 1	0.113 4	0.030 1
2004	0.165 3	0.029 8	0.173 9	0.295 8	0.087 7
2005	0.259 0	0.026 1	0.328 6	0.362 3	0.133 2
2006	0.440 5	0.074 5	0.473 2	0.445 9	0.222 7
2007	0.698 7	0.063 1	0.687 6	0.597 5	0.303 6
2008	0.665 0	0.203 4	0.825 6	0.678 0	0.414 8
2009	0.660 0	0.498 6	0.852 3	0.718 4	0.601 7
2010	0.697 0	0.836 7	0.992 2	0.867 0	0.847 5
2011	0.791 3	0.993 9	0.966 3	1.000 0	0.957 1

注: 数据来源于《宁波市统计年鉴》2002~2011。

2.1.1 综合协调度动态变化分析

表 3 反映出 2002~2011 年间宁波的生态文明综合协调度呈现上升趋势, 从 2002 年的 0.016 5 增长到 2011 年的 0.957 1, 年均增长 0.094 0, 说明宁波生态文明水平不断提高。

根据协调度理论并结合表 3, 发现宁波生态文明从一个状态变化到另一个更高状态所用时间逐渐缩短, 发展速度逐步加快, 发展程度不断提高。

对宁波生态文明建设波动情况(用本年协调度与上年协调度的差值再除以上年度协调度表示)进行分析(图 1), 发现波动幅度整体上呈递减趋势, 说明宁波生态文明建设工作日趋科学化。但其波动幅度(峰值与谷值的差距)为 54.3%, 波动较大, 稳定性差。显然, 宁波生态文明建设的持久推动力尚未形成。

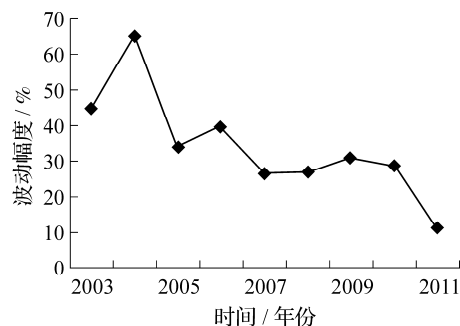


图 1 2002~2011 年宁波市生态文明建设协调度波动情况

2.1.2 子系统协调度动态变化分析

从图 2 可见, 2002~2011 年, 宁波的环境和空间子系统的协调度整体上稳步提升; 社会子系统

协调度 2007 年开始大幅提升, 主要因为 2007 年开始, 城乡居民人均收入比逐年缩小幅度增大, 社会公平状况的改善促进社会和谐度提高; 经济子系统变化有一个明显的峰值, 即 2007 年的 0.6987, 主要因为工业重复用水率的变化。

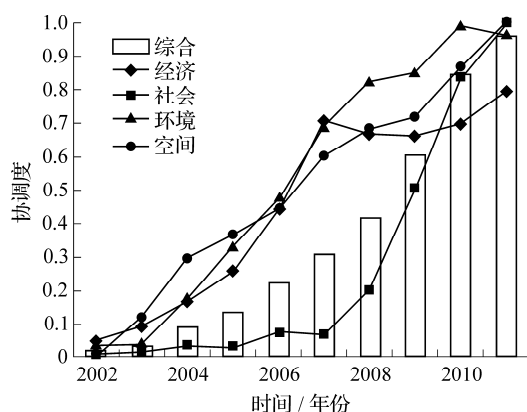


图 2 2002~2011 年宁波市生态文明建设协调度变化情况

经济子系统方面, 2002~2004 年处于极不协调的状态, 2005 年处于不协调状态, 2006 年处于不太协调状态, 2007~2011 年一直处于比较协调的状态. 与宁波综合协调度比较, 经济子系统协调度较低. 反映到原始数据中, 虽然各项指标都有改善与提高, 但发展程度仍不能让人满意: 与指标体系中的目标值相比, 2011 年第三产业增加值占 GDP 比重、R&D 投入占 GDP 比重、工业重复用水率、人均日常生活用水量的 4 项指标均不达标值, 仅有单位 GDP 能耗达到相应标准. 说明宁波的产业结构、增长方式、人们的节能意识都有待优化与提高. 此外, 还应注重系统内各部分之间的协调性。

社会子系统方面, 2010 之前稳步增长, 之后突然变为高度集中状态, 缺乏稳定性. 究其原因, 自 2007 年开始, 城乡居民人均收入比降低幅度增大和万人拥有医院床位数的增加共同促进社会和谐度的快速提高. 与目标值相比, 城镇登记失业率、每万人拥有公共交通工具、万人拥有医院床位数均符合相应标准, 仅有城乡居民人均收入比为 2.08, 与标准 ≤ 2 还有点距离. 说明宁波社会和谐度总体上令人满意, 但还需在增加稳定性上做出努力。

环境子系统与空间子系统方面的发展比较相似, 表现为在各个状态均有年份分布, 发展比较稳定. 与目标值相比, 空间子系统的建成区绿化覆盖率、人均居住建筑面积和环境子系统的人均公共绿

地面积三项指标没有达到相应标准. 要实现“生活空间宜居适度、生态空间山清水秀”, 宁波的绿化面积和住房投入还有待增加。

2.2 宁波各县区生态文明协调度比较

运用前述方法和指标体系, 重新计算指标权重与各县区的协调度(这里用 2011 年截面数据比较宁波各县的生态文明水平). 2011 年宁波各县区的生态文明综合协调度由高到低排序如下: 市区、慈溪、奉化、余姚、象山、宁海, 整体上呈现市区高于外围, 北部高于南部的分布状态。

此处采用 Q 型聚类法, 按照经济、社会、环境、空间 4 类指标对宁波各县区进行聚类分析. 据协同理论, 当协调度 > 0.6 时, 系统比较协调; 协调度 > 0.8 时, 系统高度集中. 再结合实际进行判断, 将全市 6 县区分为 3 阶段 4 类型, 其中第二个阶段又细分为两个类型。

表 4 2011 年宁波市下辖 6 县区生态文明协调度水平的类型划分

地区	得分特点	类型	阶段
宁海、象山	分项指标得分均较低, 第一类 无明显突出项	第一类	第 I 阶段
余姚、奉化	分项指标得分差异大, 第二类 环境类突出	第二类	第 II-1 阶段
慈溪	分项指标得分差异大, 第三类 环境与经济类突出	第三类	第 II-2 阶段
市区	分项指标得分均较高, 第四类 社会和谐类突出	第四类	第 III 阶段

第一类: 亟待全面提升型, 包括宁海与象山县, 处于需全面完善的发展阶段. 这类地区各项指标均低于 0.6, 其中两县的经济、社会、空间三项指标均低于 0.4, 处于不协调与极不协调状态。

对于宁海县, 4 项指标均较低, 结合对原始数据的分析, 发现其产业结构还需调整, 城市基础设施建设还不够扎实, 维护社会和谐压力仍较大; 对于象山县, 空间项指标得分最低, 建成区绿化覆盖率与人均居住建筑面积亟需提高与增加。

第二类: 低水平环境友好型, 包括余姚与奉化, 仅有环境项处于高度集中状态, 其余三项指标均低于 0.6, 处于低水平的环保优先阶段。

余姚与奉化的 SO_2 排放强度均处于较低水平, 对当地大气环境有很大贡献. 此外, 污水处理率和

生活垃圾无害化处理率都达到国家相关标准。再加上得天独厚的气候条件,使得两地环境优美宜人。其中,余姚 2009~2011 年连续 3 年被评为“中国最具幸福感城市”。但两地在产业结构优化,加强社会公平和城市基础设施建设,改善绿化环境和居住环境方面仍需加大投入。

第三类:高水平环境友好型,慈溪市属于该类型,不仅环境项得分高,经济与空间子系统的协调度也高,处于高水平的环保优先阶段。

经济子系统上慈溪市为高度集中状态:从事科技活动人员比重高,单位 GDP 能耗较低,为其做出大的贡献,但产业结构中占主导地位的仍是第二产业,产业结构还有较大提升空间。社会和谐方面,经商氛围活跃小老板较多,使其城乡居民人均收入比较低,城镇登记失业率较低,但“每万人拥有公共交通工具”和“万人拥有医院床位数”得分低影响了社会系统协调度得分。城市基础设施建设的重要性不容忽视。环境友好方面,其四项环境指标均达到相关标准。空间优化方面,从具体指标中可看出,慈溪市的绿化环境和居住环境还应得到改善与提高。

第四类:生态文明高质型,市区属于该类型,处于高水平的社会和谐阶段。生态文明建设系统的 4 项指标均较高,其中社会系统得分最高,达到了高度集中状态。

社会子系统方面,城乡居民人均收入比、每万人拥有公共交通工具、万人拥有医院床位数 3 项指标得分均较高,社会公平度较好,基础设施建设到位,提高了社会整体的和谐度。由图 3 发现,市区

经济和环境系统协调度异常降低。与慈溪比较,经济子系统偏低,主要因为单位 GDP 能耗(0.619 1)高于慈溪(0.106 4),工业重复用水率(35.6%)低于慈溪(67.3%)。现实中,慈溪 74.4%的产业为低能耗的传统与新兴产业。而市区包括了承担国家能源发展任务的镇海区,使其 SO_2 排放强度和单位 GDP 能耗增加,加之人均公共绿地面积略有不足,导致环境协调度也低于慈溪市。故市区应重点在节能降耗转变经济发展方式和减少污染排放方面付出更多的努力。

3 结果与讨论

进入 21 世纪,人类科学技术高速发展,社会财富和生活水平得到空前积累和提高。但与此同时,资源被大量消耗,自然环境遭到破坏,带来一系列生态环境问题,严重威胁到人类的可持续发展。城市生态文明建设在这一大背景下应运而生。生态文明评价研究是进行生态文明建设的前提和基础,通过对宁波近 10 年数据的分析得到以下结论:

(1) 2002~2011 年 10 年来宁波生态文明建设发展速度逐步加快,发展程度不断提高,生态文明发展趋向科学化。但是波动较大,稳定性差,生态文明建设的持久推动力尚未形成,仍需继续努力;

(2) 具体到各子系统,10 年间宁波社会、环境、空间子系统整体趋好,但社会子系统需增加稳定性,环境与空间子系统需增加绿化和住房投入。经济子系统协调度较低,需在优化产业结构、转变增长方式、提高居民节能环保意识方面下更大的功夫;

(3) 2011 年宁波各县区生态文明综合协调度由高到低排序为市区、慈溪、奉化、余姚、象山、宁海,空间上呈现市区高于外围,且北部高于南部的分布状态;

(4) 聚类将 6 县区归为 4 类,即宁海与象山亟待全面提升型、余姚与奉化低水平环境友好型、慈溪高水平环境友好型、市区生态文明高质型。

生态文明评价指标体系属于复杂软系统范畴,虽然上述指标体系主要为宁波生态文明评价而构建,但该评价体系指标选取具有重点性和普遍性,对于其他城市生态文明评价仍具指导意义。信息熵确定的权重据现实所得原始数据,采用数学公式计算所得,能有效避免其他方法带来的人为主

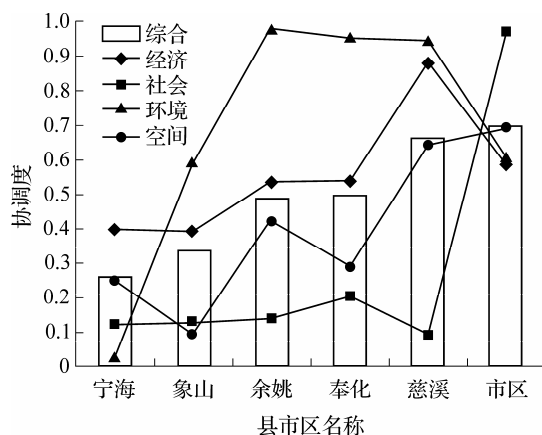


图3 2011年宁波市各县区生态文明建设协调度变化情况

观因素的影响, 具较高的可信性. 但需注意, 使用该权重算法, 同一指标在不同的系统中权重不同. 总体系权重是将参评 16 个指标看作一个总体系, 各指标在总体系中的权重, 子体系权重是将经济、社会、环境、空间看作 4 个子体系, 各指标在各子体系下的权重. 这一特殊性造成了 2011 年全市综合协调度为 0.9571 而分区却均在 0.7 以下, 因权重不同, 二者没有可比性, 故不能用同期全市综合协调度和分区的协调度进行比较.

参考文献:

- [1] 仇保兴. 兼顾理想与现实——中国低碳生态城市指标体系构建与实践示范初探[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2012:360-400.
- [2] 廖杰, 关欣, 张环宇. 长株潭生态文明建设评价及对策[J]. 安徽农业科学, 2011, 39(24):602-605.
- [3] 高珊, 黄贤金. 基于绩效评价的区域生态文明指标体系构建[J]. 经济地理, 2010, 30(5):823-828.
- [4] 刘衍君, 张保华, 曹建荣, 等. 省域生态文明评价体系的构建——以山东省为例[J]. 安徽农业科学, 2010, 38(7):3676-3678.
- [5] 蒋小平. 河南省生态文明评价指标体系的构建研究[J]. 河南农业大学学报, 2008, 42(1):61-64.
- [6] 侯鹰, 李波, 郝利霞, 等. 北京市生态文明建设评价研究[J]. 生态经济, 2012(1):436-440.
- [7] 王晓欢, 王晓峰, 秦慧杰. 西安市生态文明建设评价及预测[J]. 城市环境与城市生态, 2010, 23(2):5-8.
- [8] 常俊杰, 王晓峰, 孔伟, 等. 西安市生态文明建设度评价[J]. 城市环境与城市生态, 2009, 22(6):6-9.
- [9] 白杨, 黄宇驰, 王敏, 等. 我国生态文明建设及其评估体系研究进展[J]. 生态学报, 2011, 31(20):6295-6304.
- [10] 王筱明. 基于权熵法的济南市土地利用效益评价研究[J]. 水土保持研究, 2008, 15(2):96-98.
- [11] 王雨晴, 宋戈. 城市土地利用综合效益评价与案例研究[J]. 地理科学, 2006, 26(6):743-748.

Ecological Civilization Assessment for Ningbo Based on Entropy-right Method and Coordination Degree Model

ZHANG Xi, WANG Yi-cheng*, MA Ren-feng

(Faculty of Architectural Engineering, Civil Engineering and Environment, Ningbo University, Ningbo 315211, China)

Abstract: Study of ecological civilization assessment is the vital part for evaluating the process of constructing ecological cities or districts and finding problems concerned, and it is also the theoretical exploration in scientific practice. Taking Ningbo as a case study, in this paper an index system of ecological civilization is established from the aspects of economy transformation, society harmony, friendly environment, and spatial optimization. The level of ecological civilization and its evolution are evaluated in temporal and spatial perspective for Ningbo ecological conditions in last ten years by applying Entropy-right Method to define the weight of each indicator and Coordination Degree Model. The results are summed up as follows: (1) From 2003 to 2011, the ecological civilization level of Ningbo is on the rise and shows a scientific development trend but with poor stability and shortage of the sustaining momentum ; (2) During the ten-year period, the subsystems of society, environment, space of Ningbo demonstrate an overall good trend but with lower coordination degree of economy; (3)The distribution of the comprehensive coordination degree of ecological civilization for each administrative unit in Ningbo can be characterized as: In 2011, the level in urban area is higher than that in peripheral areas, and level in the north is higher than that in the south; (4) Based on the clustering method, the lever is classified into 4 types for 6 sampled counties (cities), which is specified as: Further-overall-promotion type: Ninghai county and Xiangshan county; Low-friendly-environment type: Yuyao county and Fenghua county; High-friendly-environment type: Cixi county; High ecological quality type: Ningbo city.

Key words: city ecological civilization construction; assessment index system; entropy-right method; coordination degree model; Ningbo

(责任编辑 章踐立)