

DOI: 10.5846/stxb201212261874

张伟,张宏业,王丽娟,张义丰.生态城市建设评价指标体系构建的新方法——组合式动态评价法.生态学报,2014,34(16):4766-4774.

Zhang W, Zhang H Y, Wang L J, Zhang Y F. A new method to build the eco-city appraisal index system: the combined dynamic appraisal method. Acta Ecologica Sinica, 2014, 34(16): 4766-4774.

生态城市建设评价指标体系构建的新方法 ——组合式动态评价法

张 伟^{1,*}, 张宏业², 王丽娟³, 张义丰²

(1. 西南大学地理科学学院, 重庆 400715; 2. 中国科学院地理科学与资源研究所, 北京 100101;

3. 浙江省农业科学院农村发展研究所, 310021)

摘要:如何建立科学严谨的评价指标体系一直是生态城市研究中学者们普遍关注的焦点问题。在以往的生态城市建设评价指标体系研究中,很少考虑各个城市的差异与地域特点,也带来了一系列的问题。针对这些问题,以生态城市建设地域类型划分结果为基础,提出了一种新的生态城市建设评价指标体系构建方法:组合式动态评价法。并以宜宾等城市为例,对该方法的具体应用进行了分析,探讨了其优缺点。研究表明,相对于现行的评价体系,组合式动态评价法具有合理性、动态性、灵活性、拓展性、综合性等优点;但也存在着数据要求较高、精度有待提高、管理难度较大等不足。随着我国生态城市建设数据的积累和管理体系的完善,组合式动态评价法有望为我国生态城市建设评价指标体系的构建提供一种更好的思路和方法。

关键词:生态城市;评价体系;地域类型;组合式动态评价法

A new method to build the eco-city appraisal index system: the combined dynamic appraisal method

ZHANG Wei^{1,*}, ZHANG Hongye², WANG Lijuan³, ZHANG Yifeng²

1 School of Geographical Sciences, Southwest University, Chongqing 400715, China

2 Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China

3 Institute of Rural Development, Zhejiang Academy Of Agricultural Sciences, Hangzhou 310021, China

Abstract: A scientific and reasonable appraisal index system not only reflects the eco-city system's status, but also could monitor its development process and analyze the strengths and weaknesses of the ecological construction process among various cities. Therefore, how to establish a rigorous appraisal index system scientifically has been the focus of many scholars during the study of eco-city. However, nearly all the researches are just paying attention to developing some national unified and static appraisal criteria during the construct process of eco-city appraisal index system, without considering regional, dynamic and complicated state. Consequently, it leads to a lot of problems, such as the deficiency of flexibility, insufficient basis for standard-setting, lack of expansibility and contacting between the indicators. Against to these problems, this paper has divided the constructing eco-cities into series types in China from three aspects: regional ecological background, urban evolutionary phase, and urban synthesis condition, with the methods of expert-consulting, analytic hierarchy process, correlation analysis, information entropy, clustering analysis and urban synthesis condition. Meanwhile, this paper presents a new method, the combined dynamic appraisal method, for building the eco-city appraisal index system. Based on the similarity within the same type, this method could construct the combined dynamic appraisal

基金项目:国家自然科学基金(41101039,41101371);杭州师范大学科研启动经费项目(2011QDL49);杭州师范大学遥感与地球科学研究院开放基金(PDKF2011YG08)

收稿日期:2012-12-26; 网络出版日期:2014-03-04

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: zwei1997@126.com

index system more flexibility and more fit to the actual situation of each city. In this index system, the cities within the same dimension and type has been taken as the sample set, and the maximum value, average value and minimum value has been taken as the important references for the determining of each indicators' standard value. Finally, this paper carries on the case analysis for discussing the strengths and weaknesses of this method with the examples of Yibin, Suzhou and Baotou.

The research results show that, compared with the present appraisal method, this new method has many advantages. (1) Rationality. The determining of each indicators' standard value are based on the consideration of the value range of the cities within the same dimension and type, so it is more reasonable than just use the actual values of some international metropolis around the globe. (2) Dynamic. After the establishment of eco-city classification database, the standard value of each indicator could be easily refined based on the update of each city's actual value in the sample set. In this way, the real-time and dynamic of this appraisal index system could be enhanced. (3) Flexibility. With this method, we could establish the appraisal index system of various cities more flexible according to the combination of different dimensions and city types. (4) Expansibility. With this method, we could add some new indicators more easily according to the specific characteristics of different cities. (5) Integrity. This method has taken the connection and integrity between indicators into more consideration during the choose process of each indicator. Nevertheless, it also has some disadvantages, such as high demand of data quality, being improved precision, and management difficulties. As the accumulation of eco-city construction data materials and the improvement of management system in China, the new method will provide a better way for the construction of eco-city appraisal index system.

Key Words: eco-city; evaluation system; regional type; the combined dynamic appraisal method

作为缓解全球生态危机的重要对策之一,生态城市理论自诞生伊始,就受到了政府和学术界的广泛关注^[1-2]。在生态城市研究中,评价指标体系既是生态城市内涵的具体化,也是对生态城市建设进程的度量。一个科学合理的评价指标体系不仅能反映生态城市系统的状态和性质,还能够监测系统发展的进程^[3],分析各城市在生态化建设过程中的优势和不足,以利于及时调整生态城市建设的路线、方针与政策,提高生态城市的建设效率。因此,如何建立科学严谨的评价指标体系也一直是学者们关注的重点和难点问题^[4-6]。我国疆域辽阔,各城市之间存在着巨大的地域差异。但是在当前的生态城市建设评价体系中,往往是制定一个全国统一的、静态的评价标准,很少考虑到生态城市建设的地域性、动态性和复杂性。生态城市建设是一项复杂的系统工程,只有建立一套更具地域性和动态化的评价体系,才能做到有的放矢,推动我国生态城市建设的进程。据此,本文对我国生态城市建设评价指标体系研究的现状和问题进行了分析,提出了一种新的基于生态城市建设地域类型划分的评价体系构建思路,以期进一步推动我国生态城市的建设进程。

1 研究现状与问题

1.1 研究现状

评价指标体系的建立主要包括两方面的内容:

(1) 评价指标的选择

目前生态城市的评价指标选择主要有两种思路,一种是从社会、经济、自然 3 个子系统的分析出发构成的指标体系^[7]。这类指标体系的应用较广泛。另一种是从城市生态系统的结构、功能和协调度来考虑建立的指标体系^[8-9]。

(2) 指标标准值的设定

主要有以下几种思路,第一,根据现有理论,通过专家判断的方式将定性指标定量化^[10];第二,凡已有国家标准的或国际标准的指标尽量采用规定的标准值;第三,参考国际上发达国家对现代化城市的量化指标值作为标准值;第四,参考国外生态化程度较高的城市现状值作为标准值;第五,参考国内城市的现状值作趋势外推,确定标准值^[11-13]。为指导和规范生态城市的建设工作,国家环保总局于 2003 年印发了《生态县、生态市、生态省建设指标》^[14]。随着生态城市建设活动的不断深入,国家环保总局于 2007 年底印发了《生态县、生态市、生态省建设指标

(修订稿)》。这些国家标准的出台,推动了生态城市建设的进程。

1.2 存在的问题

经过学者们的不断探索,生态城市评价指标体系日益完善,并在指导生态城市建设方面发挥了巨大的作用。但由于我国巨大的地域差异性和生态城市建设的复杂性,现行的评价指标体系仍然存在着许多不够完善的地方。现以影响较大的,国家环保总局于 2007 年底印发的《生态县、生态市、生态省建设指标(修订稿)》为主,分析现行评价指标体系中存在的一些问题。

1.2.1 刚性有余,柔性不足

管理上需要刚性指标的约束与我国区域间巨大的社会-经济-自然差异之间的矛盾是一个很难解决的问题。虽然环境保护总局制订的评价指标体系在一定程度上考虑了我国社会经济与自然条件的区域差异性,如经济指标分经济发达地区和经济欠发达地区,森林覆盖率分山区、丘陵区、平原区和高寒区等。但对我国这样一个不同区域间社会经济与自然环境的差异均十分巨大的国家来说,这样的评价体系依旧刚性有余而柔性不足^[15]。以森林覆盖率为例,该指标体系要求山区、丘陵区和平原分别不低于 70%, 40% 和 15%。但植被的分布状况并不仅仅受地形地貌的影响,还受制于土壤、降水、气温等诸多自然因素。如果完全按照该指标体系,位于西北干旱区的诸多城市要么完全放弃生态市建设,要么违背自然界的客观规律,大肆开展人工造林。而这显然脱离了生态城市建设的初衷。

1.2.2 标准制订的依据不足

现行的生态城市评价指标的标准值多是以国际国内一些现代化城市的量化指标值作为参考^[16]。在确定这些标准值的时候,并没有考虑到城市之间历史文化背景、社会经济水平、宏观生态背景、国家发展战略等方面巨大的差异,而往往是出自于个人的主观臆断。这样的标准值往往脱离了大多数城市的实际。例如,香港的高土地产出率主要是取决于其特定的区位优势和历史发展机遇。如果一定要以香港的土地产出率作为标准来判断地处西南偏远山区的某个小城市的生态城市建设进程,无疑是不合适的。

1.2.3 可拓展性不强

在生态城市建设过程中,常需要根据各地的具

体情况新增加一些指标,如沿海城市可能需要增加部分海洋环境指标;干旱区可能需要增加一些节水措施的指标等。但对这些新增指标应该采用什么样的评价标准,以及如何与现有评价指标体系相衔接,这在现行的生态市评价指标体系中很难找到答案。

1.2.4 未体现指标间的联系

生态城市是一个综合性系统,它是由众多系统要素所组成的,具有多维属性的有机整体。评价指标体系中的每一个指标均是从某一方面反映了生态城市的某种属性,系统的整体性决定了评价指标体系也应该是一个相互联系的有机整体。但在《生态县、生态市、生态省建设指标(修订稿)》中,均为为各个指标分别指定一个标准值,未能体现指标间的联系与协调,这样很容易将生态城市建设演变成一个纯粹的“数字游戏”。

笔者认为,生态城市建设评价指标体系的构建,首先,必须考虑到我国巨大的区域差异。一刀切的评价指标和评价标准无法反映各类城市的实际情况,使生态城市建设流于形式化;其次,生态城市建设是一项复杂的系统工程。因而其评价指标和评价标准也应动态化、差异化,这样才能更好地推动我国生态城市建设的进程。因此,本文将对我国生态城市建设的地域类型进行划分,进而提出一种动态的、灵活的评价体系构建方法,为我国的生态城市建设提供新的思路。

2 生态城市建设地域类型的划分

2.1 研究数据与指标体系

2.1.1 研究数据及其预处理

(1) 拟建生态城市的确定。本文通过对 CNKI 期刊网、维普期刊网、人民日报、人大复印资料等的搜索查询,以刊载过生态城市建设的相关论文为准,统计出截至 2010 年 12 月,我国提出生态城市建设的城市共有 360 个。其中生态市 134 个,生态县 226 个。

(2) 中国主干公路、铁路、河流、湖泊、行政界限等矢量数据皆来源于国家基础地理信息系统和国家科技基础条件平台建设项目;地球系统科学数据共享网。

(3) 降水数据为 1961—1990 年的平均年降水量,气温数据为 1961—1990 年的平均年累计气温;

其原始栅格数据来源于中国科学院地理科学与资源研究所人地系统主题数据库,利用 Arcgis 的空间统计模块计算得来。

(4) 地形地貌数据来源于 GLCN 提供的 SRTM 数据,利用 Arcgis 的叠加分析功能计算而来。

(5) NDVI 数据。本研究所采用的遥感数据为 NOAA/AVHRR NDVI 时间序列数据,时间范围覆盖了 2006 年 5—10 月植被生长季。该时序数据从美国 GIMMS 工作组网站下载。NDVI 数据的处理方法采用的是国际通用的最大合成法(Maximum Value Composites, MVC)获得^[17-18]。计算公式为: $NDVI_i = \text{Max}(NDVI_{ij})$, 式中 $NDVI_i$ 是第 i 月的 NDVI 值, $NDVI_{ij}$ 是第 i 月第 j 旬的 NDVI 值。每年的 NDVI 值,由各月 $NDVI_i$ 求平均值获得,可以避免某些极端月份数值的影响^[19]。

(6) 分省的社会经济发展数据来自于《中国统计年鉴》。为避免单一年份中各项指标数据的偶然性,本文所用的皆是对 2006—2008 年数据进行等权加和平均后得来的数据。

(7) 本文所用的基础数据均采用半升/降梯形模

糊隶属度函数模型^[20]进行同趋化和无量纲化处理。

2.1.2 指标体系的构建

(1) 指标的选择

生态城市建设类型划分指标体系的构建主要有以下几个步骤:(1)首先,在遵循科学合理性、系统完备性、可比可量性、动态发展性、可操作性等原则的前提下,运用理论分析法和专家咨询法,从区域生态背景、城市演化阶段、城市综合状况 3 个维度,初步选择能够充分反映不同地域类型、各个城市演化阶段和各种城市内部结构、功能和协调性差异的指标。(2)其次,由于初选的各指标之间往往存在复杂的相关性,容易导致分类结果出现偏差。因此,采用相关系数法对初选指标进行筛选,将相关系数较大的指标进行合并或剔除;(3)利用 SPSS 统计分析软件进行 KMO(Kaiser-Meyer-Olkin)检验,比较指标间的简单相关系数和偏相关系数。(4)重复上述相关系数分析和 KMO 检验过程,直至各指标间的 KMO 检验值均小于 0.6 的临界值。最终得到信息涵盖面较广、指标间相关系数和信息重叠较小的指标体系(表 1)。

表 1 生态城市建设的地域类型划分指标体系

Table 1 Regional type division index system of eco-city construction

一级指标 Index I	二级指标 Index II	权重 Weight	一级指标 Index I	二级指标 Index II	权重 Weight
区域生态背景 Regional ecological background	多年平均降水量	0.058	城市综合状况 Urban synthesis condition	GDP	0.1609
	多年平均气温	0.0105		GDP 增长率	0.0113
	NDVI 区域平均值	0.0159		市辖区职工平均工资	0.0591
	海拔	0.0076		科教支出占财政支出的比重	0.0277
	坡度	0.0253		失业率	0.0124
	河网密度	0.1155		人均家庭生活用水量	0.0315
城市演化阶段 Urban evolutionary phase	市辖区年末总人口	0.1031		工业固体废弃物的综合利用率	0.0166
	人口密度	0.0289		城镇生活污水处理率	0.0241
	市辖区第三产业占 GDP 比重	0.0227		生活垃圾无害化处理率	0.0372
	城市化水平	0.0349		工业废水处理率	0.0073
	国土经济密度	0.0222		建成区绿化覆盖率	0.0539
	单位产出的劳动力密度	0.0164			
	邮电业务总量	0.097			

(2) 权重的获取

由于主客观赋权法各有其优劣势,本文以层次分析法和熵权法为基础,将定性判断与定量分析相结合的办法来为各指标赋予权重。其具体步骤如下:

1) 首先,通过专家咨询法获取各指标间的成对模糊判断矩阵;2) 利用层次分析法构造指标判断矩阵,并通过归一化处理将其改造为标准矩阵;3) 运用熵技术对 AHP 法确定的权系数进行修正,增加赋权结果的信息量,提高其可信度^[21]。其具体计算公式

如下:

$$a_j = v_j p_j / \left(\sum_{j=1}^n v_j p_j \right)$$

$$v_j = (1 - \lambda_j) / \sum_{j=1}^n (1 - \lambda_j)$$

$$\lambda_j = - \frac{\sum_{i=1}^n r_{ij} \ln r_{ij}}{LN(n)} \quad (1)$$

式中, a_j 为采用熵技术支持下的 AHP 法求出的指标权重, p_j 为采用 AHP 法求出的指标权重, v_j 为信息权重, λ_j 为输出的熵值, r_{ij} 为采用 AHP 法构造的判断矩阵经归一化处理后的标准矩阵值。

2.2 地域类型划分方案的获取

经比选, 本文选用了灰色白化权聚类法和改进模比系数法, 从区域生态背景、城市演化阶段、城市综合状况三方面入手, 对我国 360 个在建生态城市进行聚类分析。

(1) “区域生态背景”的分类结果。从图 1 中可以看出, “区域生态背景”最终分类结果的空间分布带有明显的地域分异特点, 3 种类型将中国大致划分为三大区域。这与我国的自然地理总体格局是吻合的。

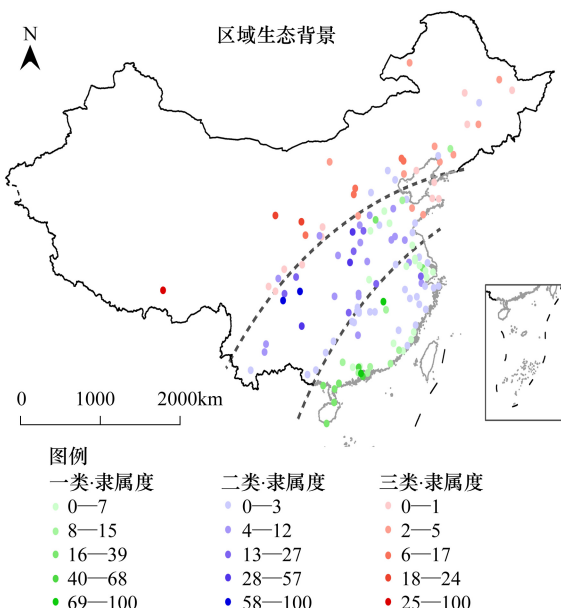


图 1 “区域生态背景”维度的生态城市建设类型及其空间分布格局(审图号: GS(2013)1234 号)

Fig.1 Eco-city construction types and their spatial pattern for the regional ecological background dimension

隶属度为最大灰类值与第二灰类值的比值, 利用极值标准化法将其一一映射到 [0, 100] 区间; 隶属度越高, 则表明该城市越应该划分为该类型中

(2) “城市演化阶段”的分类结果。从图 2 中可以看出, 一类城市以北京、上海、重庆为典型代表, 这些城市人口众多, 第三产业发达, 对外交流频繁, 是全国社会经济发展的中心; 二类城市以长春、大连、杭州等为典型代表, 主要分布在东部地区。这些城市具有很强的综合实力, 是区域发展的中心; 三类城市则是拉萨、丽江、平凉为典型代表的城市, 主要分布在中西部地区。这些城市由于各方面的原因, 社会经济仍处于欠发达状态, 区域影响力较小。

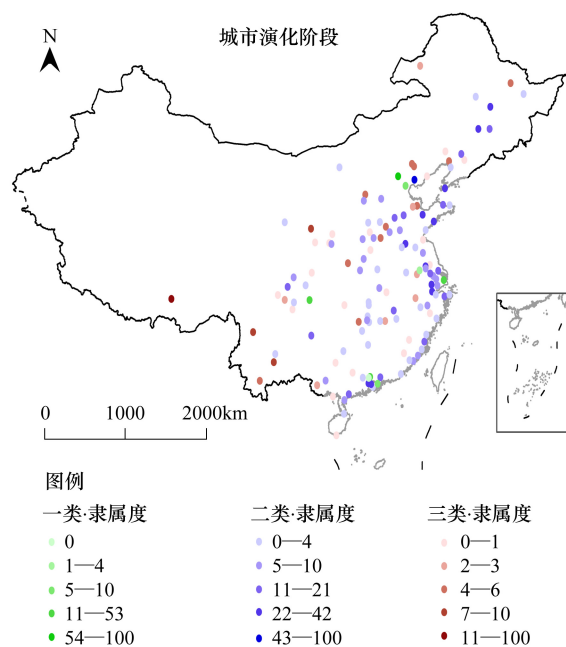


图 2 “城市演化阶段”维度的生态城市建设类型及其空间分布格局(审图号: GS(2013)1234 号)

Fig.2 Eco-city construction types and their spatial pattern for the urban evolutionary phase dimension

(3) “城市综合状况”的分类结果。从图 3 中可以看出, 一类城市以北京、上海、广州为典型代表, 城市比较发达; 二类城市以泉州、郑州、哈尔滨、厦门为典型代表, 主要分布在东部沿海地区; 三类城市以梧州、南充为典型代表, 整体状况有待改善。

3 组合式动态评价法的提出

基于生态城市建设的地域类型划分成果, 本文提出了一种新的生态城市评价指标体系构建方法: 组合式动态评价法(图 4)。

由前文可知, 可从区域生态背景、城市演化阶段、城市综合状况 3 个维度进行生态城市的建设类型划分, 每个维度又可以划分为三类城市。同一维

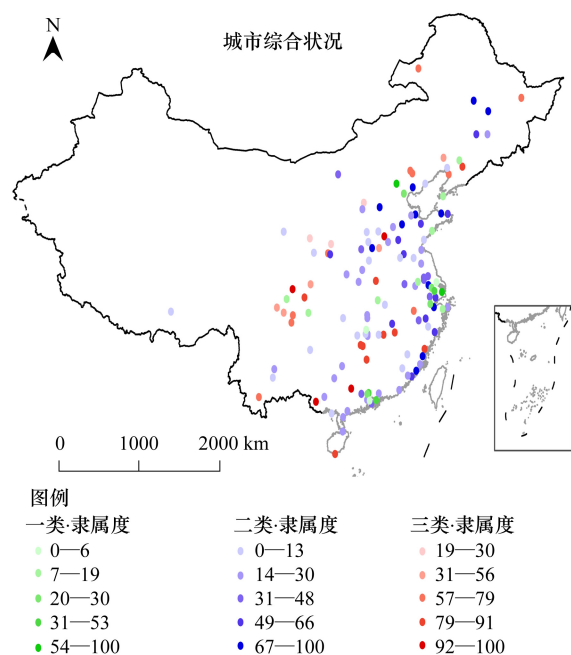


图3 “城市综合状况”维度的生态城市建设类型及其空间格局(审图号:GS(2013)1234号)

Fig.3 Eco-city construction types and their spatial pattern for the urban synthesis condition dimension

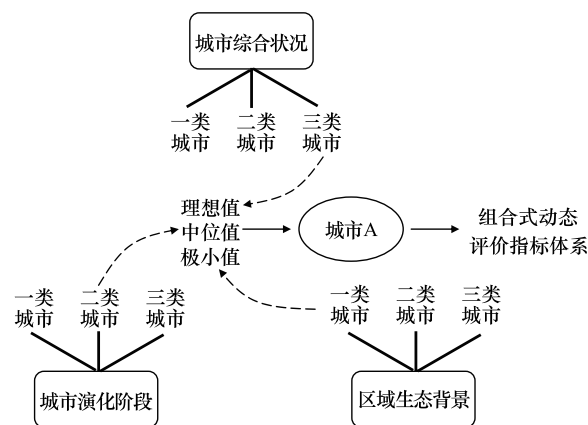


图4 组合式动态评价指标体系构建方法

Fig.4 the building process of combined dynamic appraisal index system

度中同一类型的城市往往在该维度中拥有较多的相似之处。因此,可基于这种类内相似性,以同维度同类型的城市作为样本集,将样本集的最大值、平均值、最小值作为确定相关指标标准值的重要参考,灵活构建更加贴合该城市实际情况的组合式动态评价指标体系。现以宜宾、苏州、包头等城市的部分生态城市建设指标为例,阐释利用组合式动态评价法来确定生态城市建设标准值的具体过程(表2)。

表2 宜宾市部分生态城市评价指标目标值的确定

Table 2 The determination of target values for some eco-city appraisal indices in Yibin

指标 Index	所属维度 Dimension	所属类别 Type	类别参考值 Reference value			宜宾市 Yi Bing city	
			理想值 Ideal value	平均值 Mean value	极小值 Minimum value	现状值 Status quo value	目标值 Target value
区域植被状况 Regional vegetation	区域生态背景	二类	7352	5892	4012	5592	7000
第三产业占 GDP 比重 Proportion of the third industry in GDP/%	城市演化阶段	三类	69.24	38.39	0	24.10	40
城市化水平 Urbanization level/%			86	32	13	18	35
GDP/亿元	城市综合状况	三类	820.87	383.83	84.82	529.05	700
工业固废综合利用率 Comprehensive utilization rate of industrial solid waste/%			100	76.57	34.92	73.10	90
生活垃圾无害化处理率 Living garbage harmless treatment rate/%			100	52.90	6.00	33.07	80

由于未能获取各市市域范围内的森林覆盖率,故用 NDVI 值近似代表区域植被状况

宜宾市在“城市演化阶段”维度的类型划分中属三类城市,故在确定与城市演化阶段关系较为密切的指标的建设目标值时,应取三类城市在该指标上的最大值、平均值和最小值作为参考。因此,在综合考虑三类城市和宜宾市的现状后,确定宜宾市在“城

市化水平”指标上的建设目标值为 35。当然,也可在实际建设过程中,分期确定阶段目标值。同理,可逐步获取宜宾市其它评价指标的建设目标值。相应地,也可以确定苏州市和包头市的评价指标值(表3,表4)。

表 3 苏州市部分生态城市评价指标目标值的确定

Table 3 The determination of target values for some eco-city appraisal indices in Suzhou

指标 Index	所属维度 Dimension	所属类别 Type	类别参考值 Reference value			苏州市	
			理想值 Ideal value	平均值 Mean value	极小值 Minimum value	现状值 Status quo value	目标值 Target value
区域植被状况 Regional vegetation	区域生态背景	一类	6946	5392	3437	4268	6000
第三产业占 GDP 比重 Proportion of the third industry in GDP/%	城市演化阶段	二类	67	43	11	40	60
城市化水平 Urbanization level/%			100	42	16	53	70
GDP/亿元	城市综合状况	一类	12189	4538	1238	5701	8000
工业固废综合利用率 Comprehensive utilization rate of industrial solid waste/%			100	92	75	98	100
生活垃圾无害化处理率 Living garbage harmless treatment rate/%			100	93	63	100	100

表 4 包头市部分生态城市评价指标目标值的确定

Table 4 The determination of target values for some eco-city appraisal indices in Baotou

指标 Index	所属维度 Dimension	所属类别 Type	类别参考值 Reference value			包头市	
			理想值 Ideal value	平均值 Mean value	极小值 Minimum value	现状值 Status quo value	目标值 Target value
区域植被状况 Regional vegetation	区域生态背景	三类	8009	5716	2405	3209	4000
第三产业占 GDP 比重 Proportion of the third industry in GDP/%	城市演化阶段	二类	67	43	11	50	60
城市化水平 Urbanization level/%			100	42	16	63	70
GDP/亿元	城市综合状况	二类	2880	1113	122	1277	2000
工业固废综合利用率 Comprehensive utilization rate of industrial solid waste/%			100	83	30	69	90
生活垃圾无害化处理率 Living garbage harmless treatment rate/%			100	86	30	97	100

通过 3 个城市评价指标值的比较,可以发现组合式动态评价法和常规方法的区别。首先,该方法从空间差异、时间差异、个体差异 3 个方面充分考虑了各个城市之间的区别,更加贴合各城市实际情况。而传统的评价体系往往是一刀切。其次,该方法也强调了同类型城市间的相似性和可比性,从而为各个城市提供了更合理的参考案例和发展目标。这和传统评价体系中一味以国际大都市的现状值为目标有明显的差别。

3.1 该方法的优点

相对于传统的评价指标体系,组合式动态评价法的优点主要体现在以下几个方面:

(1)合理性 各指标的标准值是在综合考虑同类型城市的取值范围和城市现状值之后确定的,这比一味参考国内外大都市的现状值显得更为合理,也更贴合各个城市的实际,可操作性更强。如地处

中国内陆的宜宾市,它与香港、东京、北京等国际大都市在社会、经济等诸多方面基本不具可比性。如果在人均纯收入、城市化水平、单位 GDP 能耗等指标上强行要求宜宾市与香港等城市看齐,无疑是极不合理的。

(2)动态性 在建立好生态城市建设类型划分的动态数据库之后,就可根据不同类型中各个城市的发展状况进行更新,重新确定各指标的标准值,从而实现了指标体系的实时性和动态性,有效地避免了传统静态指标常常出现的指标体系失效的问题。

(3)灵活性 在生态城市建设类型的划分过程中,从不同的维度进行了类型的划分。这就使得在制订各个城市的评价指标体系时,可根据不同的维度和不同的类型进行灵活的组合,有效地避免了传统评价指标体系的“一刀切”现象。例如,在“区域生态背景”方面,包头市属于三类城市。因此,如果

强行将其植被覆盖状况与一二类的宜宾、苏州等南方城市相比是不合理的。同样,在“城市演化阶段”方面,宜宾市属于三类城市。如果其城市化水平的要求与属于二类城市的苏州、包头一样,同样也是不合理的。

(4)拓展性 由于我国巨大的区域差异性,使得各地在开展生态城市建设时,往往需要结合实际情况增加部分指标。在组合式动态评价指标体系中,可以灵活有效地进行指标体系的拓展。具体步骤如下:首先,确定与这些新增指标关系最为密切的类型划分维度;其次,确定评价目标城市在该维度中属于哪种类型;最后,以同维度同类型的城市集为参考样本集,确定该指标的标准值。通过该方法,可使新增指标有效地融入到整个指标体系中,并能快速确定指标的标准值。

(5)更强的综合性 生态城市建设类型的划分并不是仅仅按照单一指标,而是依据一个进行了相关性检验与分析,并通过指标权重进行了整体优化后的指标集,从而更好地体现了指标间的综合性和关联性。

3.2 不足之处

(1)数据要求较高 建立组合式动态评价指标体系需要掌握各个城市各个方面的情况,部分指标或是难以量化,或是未收录在正式出版的统计年鉴中,使得普通公众很难完整地获取所需的数据。但如果由政府牵头,让开展生态城市建设试点的城市定期上报相关的指标情况,应该可以建立起比较完整的指标数据库。

(2)精度有待提高 假设某个指标与“区域生态背景”、“城市演化阶段”、“城市综合状况”3个维度的关联度分别为0.4、0.35和0.25,此时应将该指标归入“区域生态背景”维度。但如果完全不考虑其他两个维度的城市状况也不尽合理。因此,如何更为全面地考虑到各个维度的状况,进一步提高指标体系的科学性,是今后需要继续探索的地方。

(3)管理难度较大 根据该方法所确定的评价指标体系,常常会出现不同城市间的评价标准不一致的情况。这虽然更为贴合各城市的实际情况,但也增加了管理的难度。如何协调管理上的刚性与城市间差异性的矛盾,需要深入探讨。

4 结论

目前,我国的生态城市建设评价体系主要存在着刚性有余柔性不足、标准制订的依据不足、拓展性不强、未体现指标间的联系等问题。相对于现行的评价体系,本文根据生态城市建设地域类型划分成果所提出的组合式动态评价法具有合理性、动态性、灵活性、拓展性、综合性等优点,但也存在着数据要求较高、精度有待提高、管理难度较大等不足。随着我国生态城市建设数据的积累和管理体系的完善,本文所提出的组合式动态评价法有望为我国生态城市建设评价指标体系的构建提供一种更好的思路和方法。

References:

- [1] Cheng H F, Hu Y N. Planning for sustainability in China's urban development: Status and challenges for Dongtan eco-city project. *Journal of Environmental Monitoring*, 2010, 12(1): 119-126.
- [2] Register R. *Ecocity Berkeley: Building Cities for a Healthy Future*. Berkeley: North Atlantic Books, 1987: 140-140.
- [3] Carreiro M M, Song Y C, Wu J G. *Ecology, Planning, and Management of Urban Forests: International Perspectives*. New York: Springer, 2008.
- [4] Tanguay G A, Rajaonson J, Lefebvre J F, Lanoie P. Measuring the sustainability of cities: An analysis of the use of local indicators. *Ecological Indicators*, 2010, 10(2): 407-418.
- [5] Gong D X, Wang C, Xu Y J, Cheng X W, Chen Y, Fan J. The method of building eco-city Indicators: A case of Weifang Binhai eco-city. *Urban Studies*, 2011, (6): 44-48.
- [6] Li F, Liu X S, Hu D, Hu D, Wang R S, Yang W R, Li D, Zhao D. Measurement indicators and an evaluation approach for assessing urban sustainable development: A case study for China's Jining City. *Landscape and Urban Planning*, 2009, 90(3/4): 134-142.
- [7] Shi H C, Liu W, He J, Liu L, Shi X J, Wan H Y. An urban ecosystem assessment method and its application. *Acta Ecologica Sinica*, 2012, 32(17): 5542-5549.
- [8] Li F, Wang Z L, Qi X T. Construction and appraisal of indicator system for eco-city of Jiamusi. *Environmental Science and Management*, 2012, 37(7): 150-158.
- [9] Wu Q, Wang R S, Li H Q, Xu X B. The indices and the evaluation method of eco-city. *Acta Ecologica Sinica*, 2005, 25(8): 2090-2095.
- [10] Han Y, Dai L M, Zhao X F, Yu D P, Wu S N. Construction and application of an assessment index system for evaluating the eco-community's sustainability. *Journal of Forestry Research*, 2008,

19(2): 154-158.

- [11] Guo X R, Yang J R, Mao X Q, Li X Q Eco-city building and indicator system. *Urban Studies*, 2001, 8(6): 54-58.
- [12] Bian Y S, He J. The Study on standards of eco-province, eco-city and eco-county. *Engineering Science*, 2003, (11): 18-24.
- [13] Li X N, Shi X Q, Wang C X, Yang J X, Ouyang Z Y. Evaluation and management for eco-city construction indicator system in Yantai. *Ecological Science*, 2012, 31(2): 206-213.
- [14] State Environmental Protection Administration. Construction index of ecological county, municipality and province (Trial Implementation). *Environmental Protection*, 2003, (9): 21-28.
- [15] Li W H, Liu M C. A discussion on indicator systems of eco-province construction in China. *Resources Science*, 2007, 29(5): 2-8.
- [16] Song Y C, Qi R H, You W H, Wang X R, Zhu L B. A study on indices system and assessment criterion of eco city. *Urban Environment & Urban Ecology*, 1999, 12(5): 16-19.
- [17] Piao S L, Fang J Y. Dynamic vegetation cover change over the last 18 years in China. *Quaternary Sciences*, 2001, 21(4): 294-302.
- [18] Fang J Y, Piao S L, He L S, Ma W H. Vegetation activity was enhanced in China during the past 20 years. *Science in China Series C*, 2003, 33(6): 554-565.
- [19] Zhang Y C, Zhao Z Q, Li S C, Meng X F. Indicating variation of surface vegetation cover using SPOT NDVI in the northern part of North China. *Geographical Research*, 2008, 27(4): 745-754.
- [20] Liu X P, Li X, Ye J A. spatial decision-making behavior and land use pattern evolutionary simulation based on Multi-agent system. *Science in China (Series D: Earth Sciences)*, 2006, 36(11): 1027-1036.
- [21] Bao C, Fang C L. Temporal and spatial variations of water resources constraint intensity on urbanization in arid area. *Acta Geographica Sinica*, 2008, 63(11): 1140-1150.

参考文献:

- [5] 龚道孝, 王纯, 徐一剑, 程小文, 陈岩, 范锦. 生态城市指标体系构建技术方法及案例研究——以潍坊滨海生态城为例. *城市发展研究*, 2011, (6): 44-48.
- [7] 石惠春, 刘伟, 何剑, 刘鹿, 师晓娟, 万海滢. 一种城市生态系统现状评价方法及其应用. *生态学报*, 2012, 32(17): 5542-5549.
- [8] 李富, 王忠良, 齐兴田. 佳木斯市生态城市指标体系构建及评价结果分析. *环境科学与管理*, 2012, 37(7): 150-158.
- [9] 吴琼, 王如松, 李宏卿, 徐晓波. 生态城市指标体系与评价方法. *生态学报*, 2005, 25(8): 2090-2095.
- [11] 郭秀锐, 杨居荣, 毛显强, 李向前. 生态城市建设及其指标体系. *城市发展研究*, 2001, 8(6): 54-58.
- [12] 卞有生, 何军. 生态省生态市及生态县标准研究. *中国工程科学*, 2003, 5(11): 18-24.
- [13] 李笑诺, 施晓清, 王成新, 杨建新, 欧阳志云. 烟台生态城市建设指标体系构建与评价. *生态科学*, 2012, 31(2): 206-213.
- [14] 国家环境保护总局. 生态县、生态市、生态省建设指标(试行). *环境保护*, 2003, (9): 21-28.
- [15] 李文华, 刘某承. 关于中国生态省建设指标体系的几点意见与建议. *资源科学*, 2007, 29(5): 2-8.
- [16] 宋永昌, 戚仁海, 由文辉, 王祥荣, 祝龙彪. 生态城市的指标体系与评价方法. *城市环境与城市生态*, 1999, 12(5): 16-19.
- [17] 朴世龙, 方精云. 最近 18 年来中国植被覆盖的动态变化. *第四纪研究*, 2001, 21(4): 294-302.
- [18] 方精云, 朴世龙, 贺金生, 马文红. 近 20 年来中国植被活动在增强. *中国科学(C 辑: 生命科学)*, 2003, 33(6): 554-565.
- [19] 张月丛, 赵志强, 李双成, 孟宪锋. 基于 SPOT NDVI 的华北北部地表植被覆盖变化趋势. *地理研究*, 2008, 27(4): 745-754.
- [20] 刘小平, 黎夏, 叶嘉安. 基于多智能体系统的空间决策行为及土地利用格局演变的模拟. *中国科学. D 辑: 地球科学*, 2006, 36(11): 1027-1036.
- [21] 鲍超, 方创琳. 干旱区水资源对城市化约束强度的时空变化分析. *地理学报*, 2008, 63(11): 1140-1150.