

城市生态系统现状评价的生命力指数

苏美蓉, 杨志峰*, 陈 彬, 赵彦伟, 徐琳瑜

(水环境模拟国家重点实验室, 北京师范大学环境学院, 北京 100875)

摘要: 鉴于城市生态系统的生命特征, 采用比拟思想, 引入城市生命体概念到城市生态系统现状评价中, 以全面而形象地反映城市生态系统的发展状况。构建了包括生产力、生活态、生态势和生机度的城市生命力指数框架, 并进一步给出了具体的评价指标体系、评价模型及评价结果分级标准。以重庆万州为例, 开展了城市生命力指数评价的案例研究。评价结果表明, 2000 ~ 2005 年间, 万州城市生命力指数处于较衰弱状态, 但一直在平稳上升, 应通过一定的生态规划措施, 提高万州城市生态系统的生产力、生活态、生态势及生机度, 尤其要注重增强生态系统的生机与活力, 以实现城市生命力的继续提升。

关键词: 生命体; 城市生命力指数; 城市生态系统现状评价; 重庆万州

文章编号: 1000-0933(2008)10-5141-08 中图分类号: Q148, X321 文献标识码: A

The vitality index method for urban ecosystem assessment

SU Mei-Rong, YANG Zhi-Feng*, CHEN Bin, ZHAO Yan-Wei, XU Lin-Yu

State Key Laboratory of Water Environment Simulation, School of Environment, Beijing Normal University, Beijing 100875, China

Acta Ecologica Sinica, 2008, 28(10): 5141 ~ 5148.

Abstract: To describe the vital characteristics of the urban ecosystem, the analogy of urban vital organism is introduced in this paper to vividly and systematically assess the urban ecosystem evolution. The framework of urban vitality index including productivity power, living status, ecological ascendancy and vital force, which respectively represents the situation of urban economic subsystem, social subsystem, natural subsystem and ecological regulatory subsystem, is also constructed. Accordingly, the concrete index system, model and gradation standard are proposed to assess the urban vitality, with the Wanzhou district of Chongqing city being chosen as a case study. The results indicate that the urban vitality indices of Wanzhou district during 2000 — 2005 are in the relatively weak grade with gradual improvement. It is therefore suggested that ecological planning measures on productivity power, living status, ecological ascendancy and vital force be implemented, in which the promotion of vital force of the urban ecosystem should be emphasized, to improve the urban vitality.

Key Words: vital organism; urban vitality index; urban ecosystem assessment; Wanzhou district of Chongqing City

要开展城市生态规划, 必不可少的首要步骤就是要采用适宜的方法进行城市生态系统现状评价, 辨识出城市发展过程中存在的主要问题, 从而为制定相应的规划方案提供依据。常用的现状评价方法包括城市生态

基金项目: 国家重点基础研究计划(973 计划)资助项目(2005CB724204); 世界银行技援资助项目

收稿日期: 2007-05-22; 修订日期: 2008-01-14

作者简介: 苏美蓉(1982 ~), 女, 湖北荆门人, 博士生, 主要从事环境规划与管理研究. E-mail: sumr_jj@126.com

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: zfyang@bnu.edu.cn

Foundation item: The project was financially supported by National Basic Research Program of China(973 Program, Grant No. 2005CB724204)

Received date: 2007-05-22; **Accepted date:** 2008-01-14

Biography: SU Mei-Rong, Ph. D. candidate, mainly engaged in environmental programming and management. E-mail: sumr_jj@126.com

系统健康评价、城市生态承载力评价、城市生态足迹分析、城市生态系统服务功能价值评估等^[1]。审视现状评价的终极目的,其实就如医生号脉,诊断出存在的症结,以便对症下药。“号脉”之说一般施于具有生命的个体,而从结构、功能、发展演化规律诸方面来看,城市生态系统都可以被看作一个生命体。鉴于此,在参考上述常用评价方法的基础上,采用比拟思想,将生命体概念引入到城市生态系统现状评价中,构建生命力指数来综合而直观地反映城市生态系统的发展状况。

1 城市生命力指数概念

1.1 城市生命体概念的引入

生态学研究的对象是地球家园中所有具有均等的内在价值、平等的生存和发展权力、彼此之间相互影响的生物和实体,而研究的目的是了解和掌握这些成员的发展演化规律,最终引导和调控其向利于人类生存的方向发展。笔者以为,无论是从研究对象(有时就是人类本身)与人类关系的平等与密切性,还是从研究目的最终为人类服务而言,人类都应带着一种博爱、体恤、期望的情感来从事科学研究。孟子的“老吾老,以及人之老;幼吾幼,以及人之幼”和张载的“民吾同胞,物吾与也”等儒家道德信条中均包含了这种从自身情感需求出发推及他人(物)的情怀,也为今天怀着博爱之心、采用比拟思想开展研究提供了佐证和支持。

事实上,比拟方法一直被视为一种必不可少的科研手段^[2],在学界早有应用。由于其搭建了社会科学和生物科学间的认识论桥梁,比拟思想在西方科学界受到重视,迄今已有几百年的发展历史^[3]。既有研究者应用社会和政治模式来解释生物体现象,也有学者反其道而行之,运用生物学观点来阐释社会组织制度。前者代表如海克尔(Haeckel),他认为高等生物就如一个管理有序的国家,细胞对应着国民。在文明国度,国民都是相对独立的个体,但社会分工使得他们相互依赖;类似地,动植物细胞也具有一定程度的独立性,但为了共同完成相应的生命活动,也要相互依赖^[4]。后者代表如斯宾塞(Spencer)、利林费尔德(Lilienfeld)等。Spencer指出,无论是从结构组织、还是从功能角度考虑,社会有机体都和生物有机体类似。各自的代谢体系就是有机体的支撑系统,生物的血管和社会的商贸路径构成各自的循环系统,生物的神经和社会的管理体系则是各自的调控系统^[5]。Lilienfeld认为,社会只是生物体的一种最高级形式,它和生物体一样从环境中吸取养分来完成代谢过程。社会中个人依赖于整个社会就如细胞依赖于整个生物体一样^[6]。除了扮演社会科学和生物科学间的联结纽带外,比拟思想更为大家所熟知的应用要数洛劳克(Lovelock)的盖娅(Gaia)理论。盖娅理论将大地比喻为一个生命体,认为地表、空气、海洋和地下水系等通过各种生物的、物理的和化学的过程,维持着一个生命的地球^[7,8]。

就城市生态系统而言,其处于微观的个体生物与宏观的地球生命体之间,从结构、功能、活动、发展演化规律等方面来看,都可以被看作一个生命体。土地、交通、建筑、能源、资源、人口等构成城市生命体的基本结构要素。这些结构要素相互作用、各司其职,通过与生物体相类似的自养或异养的新陈代谢方式进行能量传递与转换、物质流通与循环、废物排泄与处理,共同完成城市生命体的呼吸、消化、排泄、循环等生命活动,最终实现城市生态系统的生长、消亡及自我更新的自然演化过程。本质上,城市具有类似于自然生命体的发展演化规律。近代研究已证明,从宏观角度看,城市化S曲线与生物生长S曲线非常相似^[9]。反映到“可视化”层面,就是城市生态系统通过自身的生态过程,描绘着与生物体类似的从无到有(如新兴城市的产生)、从小到大(如城市规模的扩大)、从青壮年到老年(如某些资源型城市资源存量逐渐减少)、从兴盛到衰落(如某些繁华古都的衰败甚至消失)的轨迹。

鉴于城市生态系统的生命特征,可以将生命体概念引入到城市生态系统现状评价中,从一种新视角来全面评价城市发展状况。

1.2 城市生命力指数

要反映一个生命体的发展状况,可以采用很多指标,如发展水平、发展活力、发展潜力等,但这些还不够全面。在此,提出宏观而直接的生命力指数,用其来全面而形象地反映城市的发展情况。

城市是一个以人为主导、自然-社会-经济高度复合的生态系统,这些特征赋予了城市生命力特定的含义。

要保持城市强大的生命力,首先要保证自然、社会、经济子系统的活力,同时要基于整体统筹的观念,实现各个子系统在人类能动性综合调控下的协调发展。鉴于此,城市生命力指数既从子系统出发,分别用生产力、生活态、生态势来表示城市经济子系统、社会子系统和自然子系统的发展态势;也从生态调控的角度,用生机度来表征各子系统间的协调性(图1)。把城市生态系统看作一个生命体,城市生命力指数就是一个包含生产力、生活态、生态势、生机度四个维度,分别从经济子系统、社会子系统、自然子系统及生态调控子系统来综合表征城市生态系统发展状态的指数。具体到操作层面,首先选取合适的描述各个子系统的指标来反映每个维度的状态,然后再将四个维度的状态以一定方式综合为一个城市生命力指数。

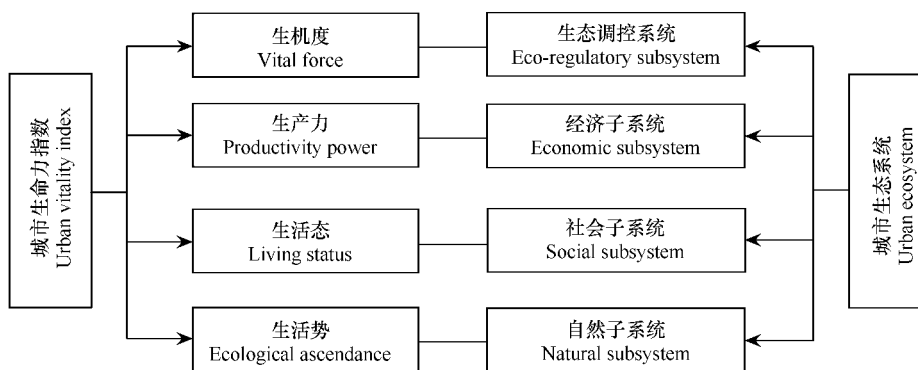


图1 城市生命力指数框架图

Fig. 1 Framework of urban vitality index

2 城市生命力指数评价

2.1 评价指标

在制定指标过程中,首先以城市生命力指数框架为基础,遵循系统性、相对独立性、可操作性、动态性等原则^[10,11],参考城市可持续发展指标、生态城市指标、城市生态系统健康指标等^[12~16],提出了初步指标体系。考虑到有些指标间可能存在较大相关性,采用SPSS13.0软件的Pearson相关性分析工具分析了要素内部指标间的两两相关性,并根据城市生命力内涵进行主观判断,最终筛选出现有的指标体系(表1)。该指标体系分为目标层、准则层、要素层、指标层,共由13类、39项指标构成。同时,以层次分析法(analytic hierarchy process, AHP)为基础,通过专家打分法构造各层指标的判断矩阵,进而确定各级指标权重。以生产力下各要素层权重的确定为例,表2给出了具体过程。

表1 城市生命力指数评价指标体系
Table 1 Index system of urban vitality

目标层(O)	准则层(R)	权重	要素层(F)	权重	指标层(I)	权重
Objective layer	Criteria layer	Weight	Factor layer	Weight	Index layer	Weight
城市生命力指数 Urban vitality index	R ₁ 生产力 Productivity power	0.25	F ₁ 经济发展水平	0.423	I ₁ 人均 GDP ⁽¹⁾	0.375
			Economic development		I ₂ GDP 增长率 ⁽²⁾	0.215
			level		I ₃ 城镇居民年人均可支配收入 ⁽³⁾	0.205
			I ₄ 农民年人均纯收入 ⁽⁴⁾		0.205	
			F ₂ 经济结构	0.123	I ₅ 信息产业占 GDP 比重 ⁽⁵⁾	0.5
			Economic structure		I ₆ 第二产业增长率 ⁽⁶⁾	0.5
			F ₃ 经济推动力	0.227	I ₇ 固定资产投资占 GDP 比重 ⁽⁷⁾	1
			Economic driving force		I ₈ 外资占 GDP 比重 ⁽⁸⁾	0.5
			F ₄ 经济竞争力	0.227	I ₉ 出口总额占 GDP 比重 ⁽⁹⁾	0.5
			Economic competitive power		I ₁₀ 城镇登记失业率 ⁽¹⁰⁾	0.3
	R ₂ 生活态	0.25	F ₅ 社会公平	0.071		

续表

目标层(O) Objective layer	准则层(R) Criteria layer	权重 Weight	要素层(F) Factor layer	权重 Weight	指标层(I) Index layer	权重 Weight
	Living status		Social justice		I ₁₁ 领取失业救济金人数比例 ⁽¹¹⁾	0.3
					I ₁₂ 农村与城市人均收入差异 ⁽¹²⁾	0.4
			F ₆ 科教水平	0.368	I ₁₃ 申请专利授权率 ⁽¹³⁾	0.125
			Scientific and educational level		I ₁₄ 初中教育普及率 ⁽¹⁴⁾	0.25
					I ₁₅ 万人拥有高等学校学生数 ⁽¹⁵⁾	0.25
					I ₁₆ 科技对经济增长的贡献率 ⁽¹⁶⁾	0.375
			F ₇ 人群健康	0.368	I ₁₇ 人口死亡率 ⁽¹⁷⁾	0.5
			Population health		I ₁₈ 万人拥有医院床位数 ⁽¹⁸⁾	0.5
			F ₈ 生活质量	0.193	I ₁₉ 城镇居民人均房屋建筑面积 ⁽¹⁹⁾	0.2
			Living quality		I ₂₀ 恩格尔系数 ⁽²⁰⁾	0.2
					I ₂₁ 万人机动车辆 ⁽²¹⁾	0.2
					I ₂₂ 电视覆盖率 ⁽²²⁾	0.2
					I ₂₃ 电话普及率 ⁽²³⁾	0.2
	R ₃ 生态势	0.25	Resources utilization	0.375	I ₂₄ 人均水资源量 ⁽²⁴⁾	0.35
	Ecological ascendancy		F ₉ 资源条件及利用		I ₂₅ 森林覆盖率 ⁽²⁵⁾	0.2
					I ₂₆ 建成区人口密度 ⁽²⁶⁾	0.2
					I ₂₇ 工业用水重复利用率 ⁽²⁷⁾	0.25
			F ₁₀ 环境质量	0.375	I ₂₈ 空气质量优良率 ⁽²⁸⁾	0.2
			Environmental quality		I ₂₉ 集中式饮用水源水质达标率 ⁽²⁹⁾	0.3
					I ₃₀ 城镇生活污水集中处理率 ⁽³⁰⁾	0.25
					I ₃₁ 工业固废综合利用率 ⁽³¹⁾	0.25
			F ₁₁ 生态安全	0.250	I ₃₂ 地质灾害防治率 ⁽³²⁾	0.6
			Eco-security		I ₃₃ 水土流失治理率 ⁽³³⁾	0.4
	R ₄ 生机度	0.25	F ₁₂ 管理与调控能力	0.4	I ₃₄ 环保投入占 GDP 比重 ⁽³⁴⁾	0.375
	Vital force		Management and regulatory power		I ₃₅ 环境保护宣传教育普及率 ⁽³⁵⁾	0.4
			F ₁₃ 系统协调度	0.6	I ₃₆ 规模化企业通过 ISO14000 认证比率 ⁽³⁶⁾	0.225
			System coordination		I ₃₇ 自然经济协调系数 ⁽³⁷⁾	0.4
					I ₃₈ 单位 GDP 能耗 ⁽³⁸⁾	0.3
					I ₃₉ 单位 GDP 水耗 ⁽³⁹⁾	0.3

(1) Per capita GDP; (2) GDP growth rate; (3) Annual per capita disposable income of urban residents; (4) Annual per capita net income of peasant; (5) Proportion of information industry to GDP; (6) Growth rate of the secondary industry; (7) Proportion of fixed assets investment to GDP; (8) Proportion of foreign investment to GDP; (9) Proportion of gross export to GDP; (10) Registered urban unemployment rate; (11) Proportion of receiving the unemployment insurance to the unemployed; (12) Difference between Per capita incomes of rural and urban residents; (13) Authorized rate of application patent; (14) Popularization rate of junior middle school education; (15) Number of college students per 10000 persons; (16) Contribution rate of science and technology to economic growth; (17) Human mortality; (18) Number of hospital beds per 10000 persons; (19) Per capita House building area of urban residents; (20) Angel's coefficient; (21) Automobile per 10000 persons; (22) Coverage rate of television; (23) Telephone popularization rate; (24) Per capita water resource quantity; (25) Forest coverage; (26) Population density in the built-up area; (27) Repeated utilization rate of industrial water; (28) Excellent and good rate of air quality; (29) Standard - reaching rate of water quality of centralized potable water source; (30) Treatment rate of urban domestic water; (31) Comprehensive utilization rate of industrial solid waste; (32) Geologic hazard prevention rate; (33) Soil erosion treatment rate; (34) Proportion of investment for environmental protection to GDP; (35) Popularization rate of environmental protection education; (36) ISO14000 authorization rate of large-scale enterprises; (37) Coordination coefficient between nature and economy; (38) Per capita GDP material consumption; (39) Per capita GDP energy consumption

2.2 评价模型

层出不穷的城市生态系统现状评价方法各有优缺点,常用的有加权法和层次分析法、逼近理想解的排序方法和数据包络分析等,其中加权法和法以其可独立使用、简单易操作等优点成为最常用的方法^[12,17]。也采用

加权和法来综合评价城市生态系统的状况。

(1) 指标标准化

在进行综合评价之前,对原始数据标准化以统一量纲和消除数量级影响。标准化的计算公式会因指标的类型不同而有所差异。

对于正向指标,指标值与生命力呈正相关关系,指标值越高,生命力越旺盛,如人均 GDP、万人拥有医院床位数、工业用水重复利用率、环境保护宣传教育普及率等。这类指标的标准化公式^[12]为:

$$P_i = \frac{C_i}{C_0} \quad (1)$$

式中, P_i 为第 i 个指标的标准化值, C_i 为第 i 个指标的评价值, C_0 为第 i 个指标的标准值。

第二类指标为负向指标,指标值与生命力呈负相关关系,即指标值越高,生命力越衰弱,如恩格尔系数、重大自然灾害发生率、单位 GDP 能耗等。这类指标的标准化公式为:

$$P_i = \frac{C_0}{C_i} \quad (2)$$

(2) 加权求和

通过标准化统一指标的量纲后,就可以对各项指标加权求和,从而在综合环境、经济和社会等各种信息的基础上计算出综合指数,以评价城市生命力。其数学表达式为:

$$P = \sum_{i=1}^n \omega_i P_i \quad (3)$$

式中, P 为指数值, ω_i 为第 i 个指标的权重。

2.3 分级标准

对前述评价指标体系做简化的、理想化的处理,认为当 4 个准则层指数中有 3 个达标准状态时(即生命力指数为 0.75 时),整个生态系统就处于基本平稳状态;当 4 个准则层指数全部达标准状态时(即生命力指数为 1 时),整个生态系统就处于较旺盛状态;而只有 1 个准则层指数达标准状态时(即生命力指数为 0.25 时),整个生态系统就处于非常衰弱状态。综合这些状态点,把城市生命力指数划分为如表 3 所示的 7 个等级,形成连续的生命力等级阶梯(图 2)。

表 3 城市生命力指数分级标准

Table 3 Gradation standard of urban vitality index

生命力指数 Vitality index	0 ~ 0.25	0.25 ~ 0.45	0.45 ~ 0.65	0.65 ~ 0.85	0.85 ~ 1.05	1.05 ~ 1.25	> 1.25
生命力状态 Vitality status	非常衰弱 Very weak	衰弱 Weak	较衰弱 Relatively weak	基本平稳 Stable	较旺盛 Relatively vital	旺盛 Vital	非常旺盛 Very vital

3 城市生命力指数评价案例——以重庆万州为例

3.1 评价结果

3.1.1 重庆万州城市生命力指数近几年变化情况

收集了重庆万州 2000 ~ 2005 年相关数据^①,根据各指标标准^②,结合表 1 中各指标权重,利用式(1) ~ (3),计算出如表 4 所示的重庆万州 2000 ~ 2005 年间的城市生命力指数,图 3 则直观显示了这几年间重庆万

① 资料来源于《万州统计年鉴 2001 - 2006》

② 参考国家环保总局 2005 年调整的《生态县、生态市、生态省建设指标(试行)》

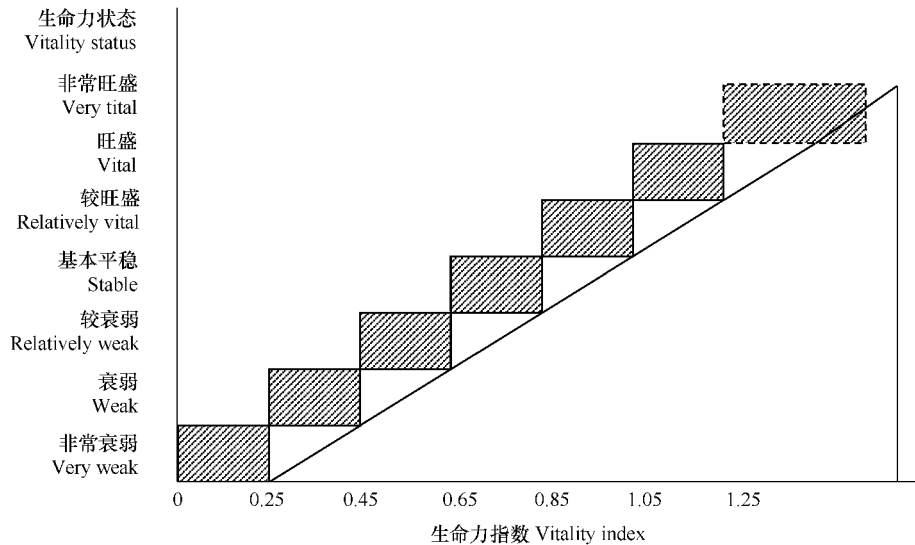


图2 城市生命力等级阶梯

Fig. 2 Grade of urban vitality status

州城市生命力指数的变化情况。

表4 万州 2000~2005 年城市生命力指数

Table 4 Urban vitality indices of Wanzhou during 2000—2005

指数名称 Index	2000 年 Year 2000	2001 年 Year 2001	2002 年 Year 2002	2003 年 Year 2003	2004 年 Year 2004	2005 年 Year 2005
生命力指数 Vitality index	0.5291	0.5400	0.5743	0.6039	0.6145	0.6240
生产力 Productivity power	0.1718	0.1553	0.1636	0.1646	0.1720	0.1740
生活态 Living status	0.1304	0.1449	0.1515	0.1551	0.1580	0.1627
生态势 Ecological ascendancy	0.1148	0.1201	0.1275	0.1402	0.1520	0.1679
生机度 Vital force	0.1121	0.1198	0.1317	0.1440	0.1325	0.1194

如图3所示,2000~2005年间,万州城市生命力指数都处于较衰弱状态,但在整个阶段万州城市生命力一直在平稳上升,从2000年的0.5291提高至2005年的0.6240。从准则层指数来看,除了生机度在2004和2005年有所下降外,生产力、生活态、生态势3个指数都表现出了持续升高趋势。

3.1.2 2005年重庆万州城市生命力指数

以2005年为例,具体分析重庆万州城市生命力指数。

(1) 目标层指数

万州2005年生命力指数为0.6240(表4),属于较衰弱状态,但离基本平稳状态只有一步之遥,说明只要突破某些瓶颈因素的限制,万州城市生命力指数极有可能跃升至平稳水平,其发展潜力可观。另外,从表4及图3可以看出,万州城市生态系统的生机度较大地影响了整体的城市生命力。

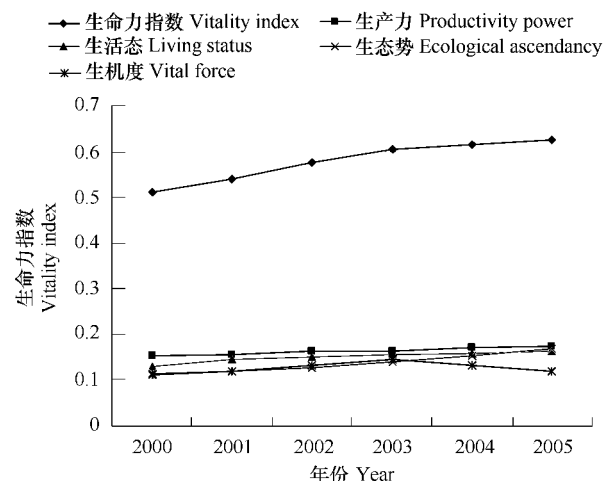


图3 万州城市生命力指数2000~2005年变化情况

Fig. 3 Trend of urban vitality status of Wanzhou during 2000—2005

(2) 准则层指数

各准则层指数的评价结果如表 5 所示。

就生产力构成来看,经济结构和经济竞争力指数值相对较低,产生了较大的制约作用。生活态方面,社会公平指数值很小,是重要的瓶颈因素;同时,人群健康状况和生活质量也有待提高。就生态势而言,万州生态安全情势不甚乐观,对整个城市生态系统存在较大的威胁;同时,对资源的开发利用也需进一步规范、提高效率。在生态调控系统层面,万州的生机度较低,反映在要素层,就是城市的宏观管理与调控能力以及各子系统间的协调度较低,尤其以管理调控能力较弱的问题较为突出。

表 5 万州 2005 年城市生命力准则层指数

Table 5 Index of criteria layer of urban vitality of Wanzhou in 2005

准则层指数名称 Indices of criteria layer	要素层指数 Indices of factor layer			
	要素 a Factor a	要素 b Factor b	要素 c Factor c	要素 d Factor d
生产力 Productivity power 0.1740	经济发展水平 ⁽¹⁾ 0.0666	经济结构 ⁽²⁾ 0.0251	经济推动力 ⁽³⁾ 0.0538	经济竞争力 ⁽⁴⁾ 0.0285
生活态 Living status 0.1627	社会公平 ⁽⁵⁾ 0.0103	科教水平 ⁽⁶⁾ 0.0700	人群健康 ⁽⁷⁾ 0.0418	生活质量 ⁽⁸⁾ 0.0406
生态势 Ecological ascendancy 0.1679	资源条件及利用 ⁽⁹⁾ 0.0623	环境质量 ⁽¹⁰⁾ 0.0867	生态安全 ⁽¹¹⁾ 0.0189	
生机度 Vital force 0.1194	管理与调控能力 ⁽¹²⁾ 0.0380	系统协调度 ⁽¹³⁾ 0.0814		

(1) Economic development level; (2) Economic structure; (3) Economic driving force; (4) Economic competitive power; (5) Social justice; (6) Scientific and educational level; (7) Population health; (8) Living quality; (9) Resources utilization; (10) Environmental quality; (11) Eco-security; (12) Management and Regulatory power; (13) System coordination

3.2 评价结果对城市发展的启示

总结万州城市生命力指数评价结果,可以得出如下结论用于引导城市发展:

(1) 总体而言,万州城市生命力指数在 2000 ~ 2005 年间处于较衰弱水平。无论是反映经济子系统水平的生产力,还是表征社会子系统形势的生活态,还是说明自然子系统状况的生态势,抑或是代表系统协调性的生机度,都需要通过城市生态规划方案来提高。其中,尤其要重视增强生态系统的生机与活力,提高城市管理与调控能力、增强各子系统间的协调度。

(2) 生产力方面,为了增强经济子系统的生产服务能力,就需要改善经济结构、增强经济推动力和竞争力、提高经济发展水平,尤其要在经济结构调整和经济竞争力提升上花大气力。具体而言,也就是要重点解决产业空虚化问题,加强万州与外界的交流合作、更多引进外资、扩大出口。

(3) 生活态方面,为了增强社会子系统的生活服务能力,就需要从社会公平、科教水平、人群健康、人民生活质量等方面入手开展工作。尤其要注意提高社会公平程度,缩小城乡居民收入差异、解决失业人员再就业问题、提高对失业人员的社会保障等。

(4) 生态势方面,为了提高自然子系统的生态服务功能,就需要高效利用资源、改善环境质量、保障生态安全。地质、气候、人类活动等因素使万州的生态安全存在较显著的隐患,应加强地质灾害防治、水土流失治理、生物多样性保护等。

(5) 生机度方面,为了提高城市生态系统的综合服务能力,就需要加强城市管理与调控、提高各子系统间的协调程度。具体说,就要减小社会经济发展的生态成本(如对水、能源的消耗),使社会经济的发展控制在生态系统承载力范围内。

4 结论

(1) 城市生态系统在结构、功能、发展演化规律诸方面的特征,都决定了其可以被视为一个生命体。因此,采用比拟思想,将生命体概念引入到城市生态系统现状评价中,构建包括生产力、生活态、生态势、生机度

的生命力指数来全面而形象地反映城市生态系统的发展状况,并采用加权和法进行综合评价。对于城市生命力指数评价结果,将其划分为非常衰弱、衰弱、较衰弱、基本平稳、较旺盛、旺盛、非常旺盛 7 个等级,形成连续的生命力等级阶梯。

(2)开展了重庆万州城市生命力指数评价的案例研究。评价结果显示,万州城市生命力指数 2000~2005 年间处于较衰弱水平,但一直在稳步上升,目前离基本平稳状态只有一步之遥。应通过一定的城市生态规划措施,提高经济子系统的生产力、社会子系统的生活态、自然子系统的生态势以及生态调控系统的生机度,以实现城市生命力的提升。尤其要注重增强生态系统的生机与活力,提高城市管理与调控能力、增强各子系统间的协调度。

(3)采用比拟思想,在引入城市生命体概念的基础上提出城市生命力指数来评价城市生态系统发展现状,是一种新的尝试。关于这种新的概念与方法,还有许多地方有待完善。其一,其指标体系可根据受评城市的实际情况稍作调整,例如“生态势”中的“生态安全”指标,就需要根据城市具体情况进行适当增删。其二,评价指标权重和生命力指数分级标准都对评价结果有较大影响。这些权重赋值和分级标准能否客观反映真实情况,还有赖于城市生态系统生态学相关课题研究成果的检验和支持。其三,在数据充足的情况下,可以尝试进行多个城市不同时期的案例比较研究,以获得对城市生命力指数更直观更丰富的认识。

References:

- [1] Yang Z F, He M C, Mao X Q, *et al.* Programming for urban ecological sustainable development. Beijing: Science Press, 2004.
- [2] Oppenheimer R. Analogy in Science. *The American Psychologist*, 1956, 11(3): 127–135.
- [3] Khalil L E. Social theory and naturalism: an introduction. In: Khalil L E and Boulding E K, *Evolution, Order and Complexity*. London and New York: Routledge, 1996. 1–39.
- [4] Haeckel E. *Generelle Morphologie der Organismen*. Berlin: Reimer, 1866.
- [5] Spencer H. *The Principle of Sociology*, vol. 1. London: Williams & Norgate, 1868.
- [6] Padovan D. The concept of social metabolism in classical sociology. *Revista Theomai/Theomai Journal*, 2000, (2).
- [7] Lovelock J. *Gaia: A New Look at Life on Earth*. Oxford: Oxford University Press, 1979.
- [8] Yu K J, Zhang D, *et al.* The planning for the life science park in Zhongguancun, Beijing. *City Planning Review*, 2001, 25(5): 76–80.
- [9] Huang G H, Chen B, Qin X S. Study of diagnosing, preventing and controlling illnesses of modern cities. *Journal of Xiamen University of Technology*, 2006, 14(3): 1–10.
- [10] Cao L J. *Theory and Method of Sustainable Development Evaluation*. Beijing: Higher Education Press, 1999. 120.
- [11] Huang S M, Ou X K, Yang S H, *et al.* *Assessment of Sustainable Development*. Beijing: Higher Education Press and Springer Press, 2001. 70.
- [12] Huo X J, Pan Y Z, Zhang L W, *et al.* The city's ecological appraisalment of sustainable development — a case study in Baotou Inner Mongolia. *Journal of Arid Land Resources and Environment*, 2006, 20(1): 140–145.
- [13] Ling K. *Theory and Practice of Sustainable Development Assessment for Chinese Cities*. Beijing: Chinese Financial Economy Press, 2000. 77–81.
- [14] Zhang K M, Wen Z G, Du B, *et al.* *Evaluation of Eco-city and Indexes*. Beijing: Chemical Industry Press, 2003. 337–339.
- [15] Zheng F. *Theory and Practice of Sustainable Cities*. Beijing: People Press, 2005. 68–71.
- [16] Hu T L, Yang Z F, He M C, *et al.* An urban ecosystem health assessment method and its application. *Acta Scientiae Circumstantiae*, 2005, 25(2): 269–274.
- [17] Liu Q S, Shen H. Index and assessment method of regional sustainable development. *Chinese Population, Resources and Environment*, 1997, 7(4): 60–65.

参考文献:

- [1] 杨志峰, 何孟常, 毛显强, 等. 城市生态可持续发展规划. 北京: 科学出版社, 2004.
- [8] 俞孔坚, 张东, 等. 生命细胞、景观格局与创新网络. *城市规划*, 2001, 25(5): 76–80.
- [9] 黄国和, 陈冰, 秦肖生. 现代城市“病”诊断、防治与生态调控的初步构想. *厦门理工学院学报*, 2006, 14(3): 1–10.
- [10] 曹利军. 可持续发展评价理论与方法. 北京: 科学出版社, 1999. 120.
- [11] 黄思铭, 欧晓昆, 杨树华, 等. 可持续发展的评判. 北京: 高等教育出版社, 施普林格出版社, 2001. 70.
- [12] 霍晓君, 潘彦昭, 张利雯, 等. 加权和分析法在生态城市发展中的协调度评价. *干旱区资源与环境*, 2006, 20(1): 140–145.
- [13] 凌亢. 中国城市可持续发展评价理论与实践. 北京: 中国财政经济出版社, 2000. 77–81.
- [14] 张坤民, 温宗国, 杜斌, 等. 生态城市评估与指标体系. 北京: 化学工业出版社, 2003. 337–339.
- [15] 郑锋. 可持续城市理论与实践. 北京: 人民出版社, 2005. 68–71.
- [16] 胡廷兰, 杨志峰, 何孟常, 等. 一种城市生态系统健康评价方法及其应用. *环境科学学报*, 2005, 25(2): 269–274.
- [17] 刘求实, 沈红. 区域可持续发展指标体系与评价方法研究. *中国人口·资源与环境*, 1997, 7(4): 60–65.