

生态城市群评价指标体系和模型研究

——以长株潭城市群为例

曾桃红

(中共株洲市委党校 教务处, 湖南 株洲 412008)

摘要:生态城市群是长株潭城市群发展的价值取向和终极目标,而生态健康状况评价是生态建设的重要环节。根据长株潭城市群生态建设的特色,构建了涉及产业发展、城镇体系、社会进步、生态建设等方面的一系列评价指标,并探索了生态足迹法、P-S-R 生态安全评价模型、归一化法、加权和分析法等多种评价方法和模型。

关键词:长株潭;生态城市群;评价指标体系;评价模型

中图分类号:F293 **文献标志码:**A **文章编号:**1671-1807(2011)07-0087-04

城市是一个有机体,城市群是更高一级的有机体。城市群是指在特定的地域范围内,由相当数量、不同性质、类型和等级规模的城市,依托一定的自然环境条件,以一个或两个特大或大城市作为地区经济的核心,借助综合运输网的通达性,发生与发展着纯属于个体之间的内在联系,共同构成一个相对完整的城市“集合体”。^[1]生态城市群是城市群和生态城市耦合的结果,用生态学的眼光去审视城市群内部以及城市群与其所栖息的外界环境系统之间的互动关系。指的是在城市群生态空间结构与城市群经济社会发展之间的相互作用、互利共生和协同的基础上,达到城市群区域内城镇网络体系完善、各城镇分工合理、城乡统筹发展、产业集群协同发展、社会和谐发展、生态环境优美、基础设施完善、工业污染排放严格、市政建设协调、生活安全舒适、人们安居乐业、信息交流快速的效果。

1 生态城市群:长株潭城市群的发展目标

1.1 长株潭城市群“两型”社会建设的需要

自 2007 年 12 月 14 日获批“两型”社会建设综合配套改革实验区以来,长株潭城市群“两型”社会建设成绩斐然,但仍有一些突出问题需要解决。

1.1.1 大气污染严重

总体上说,长株潭城市群大气污染较严重,区域内空气质量低,酸雨频繁。在湖南主要城市中属于空气质量最差的城市。影响长株潭三市大气质量的主

要因素为 SO_2 和总悬浮颗粒物,其次为氮氧化物。

1.1.2 工业废水污染大

2000—2005 年,工业废水中镉、铅等重金属排放量分别增长 42.1% 和 32.0%,COD 和氨氮排放量分别增长 51.8% 和 24.4%。

1.1.3 重污染产业多

株潭两市化工、冶金等重污染行业产值占工业产值的比重分别是 52%、63%,大大高于全省 36% 的平均水平,致使城市群污染问题难以解决。

1.1.4 污染治理不合理

长株潭环境管理政策措施主要关注企业生产末端环节,即污染排放控制和工业三废处理,而忽视源头的污染预防和过程的污染控制,结果致使环境污染有增无减,治理难度逐渐加大^[2]。

1.2 长株潭城市群低碳转型的需要

长株潭地区经济发展快,资源消耗高、浪费大、污染重,且资源严重不足,加快城市群的低碳转型和生态保护迫在眉睫。

1.2.1 重点企业能耗高

一方面,重点耗能企业能耗水平居高不下。株洲市 45 家重点耗能企业能耗占全市规模工业的 71.8%,单位产值能耗 0.78 吨标准煤/万元,是全市平均水平的 1.7 倍,重点耗能企业能耗居高不下,使全市工业能耗水平一直维持在一个较高水平上。另一方面,高耗能企业仍在增加。近几年,虽然株洲市

收稿日期:2011-04-17

基金项目:国家社科规划课题(09BJY035)的阶段性成果。

作者简介:曾桃红(1980—),男,湖南邵阳人,中共株洲市委党校讲师,学士,研究方向:区域经济。

对企业准入标准进行了严格控制,但在发展优先的情况下,还是有像水泥生产企业这样的高能耗企业被引进。

1.2.2 资源循环利用的“短、低、粗、重”

“短”在产业链条较短,由于区域内支柱产业的产业链普遍短小,大多数支柱产业的骨干企业要么生产上游产品,要么生产低成本、低价格的中低档产品,企业规模都不够大,产品附加值也不高,就连产品在国内或国际市场上占有一席之地企业也只能以加工制造基地的角色参与全球劳动分工网络。玻璃和陶瓷制品这两大传统产业也存在着是上游产品多、附加值不高的问题。产业链短,资源在产业链之中循环利用的空间就不大。

“低”在科技含量及装备水平偏低,大多停留在废水、废气、废渣的简单处理上。如利用废渣生产水泥、砖块就存在技术难题尚未突破,建筑商不愿意使用的问题。

“粗”在企业管理比较粗放,区域内大型高资源能源消耗企业大多是中央或省部企业,改制并不彻底,管理水平一般,节能意识不强,部分企业过分强调眼前利益。因此,一方面在大张旗鼓地搞资源循环利用,一方面却存在大量管理漏洞,浪费现象严重。

“重”就是环境污染仍然比较严重。区域内能源消费结构近年来虽有所调整,但以煤炭为主的能源消费形式仍未得到根本转变。以株洲为例,2006 年,株洲市规模以上工业企业煤炭消费占能源消费总量的 69%。由于煤炭大量直接或间接的燃烧使用,总悬浮颗粒物或可吸入颗粒物成为影响株洲市城市空气质量的首要污染物,从环保部门的资料资料获悉,2006 年全市工业固体废物排放量为 5.4 万吨,SO₂ 排放量 8.08 万吨,以煤炭为主的能源消费形式不仅降低了能源综合利用率,在一定程度上妨碍了产业、产品结构的调整,而且使经济发展与环境之间的矛盾越来越突出^[3]。

2 长株潭生态城市群的评价指标体系

根据生态城市群的基本内涵,采用目标层、准则层、指标层的三级结构模式,从产业、社会、城镇体系和自然环境四个方面,设计评价指标体系。具体指标见表 1。^[4-8]

3 长株潭生态城市群的评价模型和方法

从长株潭城市群生态建设的特色来看,我们可以用生态足迹法评价长株潭城市群自然生态系统的承载力、用 P-S-R 生态安全评价模型评价长株潭城

表 1 长株潭生态城市群的评价指标

目标层准则层		指标层
生态城市群评价指标	产业指标	GDP 增长率、人均 GDP、一二三产业比重； 万元 GDP 空气污染物排放量； 万元 GDP 固体污染物排放量； 万元 GDP 污水排放量； 万元 GDP 土地污染面积； 资源循环利用率、废物综合利用率； 工业废水排放达标率、工业烟尘去除量； 可再生资源比重、能源消费弹性指数； 煤碳储产比、电力产消比、人均资源量。
	城镇指标	城镇化水平、城镇体系有序度； 城镇间联系度、城镇间城市能量流量； 城乡协调指数、土地承载能力； 建设用地比重、农业用地比重； 工业用地产出率、土地集约利用度； 道路网络密度及结构、通信网络密度； 交通运输能力、科教网络结构； 资源能源网络结构；城市给排水网络结构； 城市排水除涝能力及网络结构； 城市防灾体系及抗灾组织管理能力。
	社会指标	人口密度、人口自然增长率； 社会进步程度、恩格尔指数； 居民消费模式、居民消费水平； 居民生活幸福指数、失业率； 人均住房面积、人均道路面积； 百户拥有家用汽车数、万人拥有医院床位数； 万人拥有专业技术人员数； 疾病及职业病控制防疫体系； 公民生态意识教育普及率。
	环境指标	森林覆盖率、人均绿化面积； 生态弹性系数、环保投入占 GDP 比重； 土地退化程度、生活垃圾处理率； 城市空气质量、CO ₂ 排放量年均值； SO ₂ 排放量年均值、NO _x 排放量年均值； 交通干线噪声均值、居民生活区噪声均值； 城市饮用水达标率、城市地面水达标率。

市群生态健康状况、用归一化法评价长株潭城市群资源状况、用加权和分析法评价长株潭城市群发展的协调度。

3.1 生态足迹法

“生态足迹法(ecological footprint)”这一概念是生态经济学家 Ress 教授及其学生 Wackernagel 教授和 Wada 博士提出并加以发展的。生态足迹(ecological footprint)也称“生态占用”,是指特定数量人群按照某一种生活方式所消费的,自然生态系统提供的,各种商品和服务功能,以及在这一过程中所产生的废弃物需要环境(生态系统)吸纳,并以生物生产性土

地(或水域)面积来表示的一种可操作的定量方法。其应用目标在于通过生态足迹需求与自然生态系统的承载力(亦称生态足迹供给)进行比较即可以定量的判断某一国家或地区目前可持续发展的状态。

3.1.1 计算方法

(1)生态足迹计算公式

$$EF = Nef = N\sum(aa_i) = N\sum(c_i/p_i)$$

$$(i = 1, 2, 3, \dots, n)$$

其中:式中 EF 为总的生态足迹; N 为人口数; i 为消费商品和投入的类型; aa_i 为第 i 种交易商品折算的生物生产面积; c_i 为各种商品的人均消费量; p_i 为第 i 种消费商品的平均生产能力; ef 为人均生态足迹。

(2)生态承载力计算公式

$$EC = N \times ec = N \times a_j \times r_j \times y_j$$

$$(j = 1, 2, 3, \dots, 6)$$

其中: EC 为区域总生态承载力; ec 为区域内人均生态承载力; N 为总人口; a_j 为人均占有的各类型土地面积; r_j 为均衡因子; y_j 为地区的生产力系数。^[9]

(3)人均生态足迹分量计算公式

$$A_i = (P_i + I_i - E_i) / (Y_i \cdot N) (i=1, 2, 3, \dots, m)$$

其中: A_i 为第 i 种消费项目折算的人均生态足迹分量; Y_i 为生物生产土地生产第 i 种消费项目的年(世界)平均产量; P_i 为第 i 种消费项目的年生产量; I_i 为第 i 种消费项目年进口量; E_i 为第 i 种消费项目的年出口量; N 为人口数。(资料来源: <http://baike.baidu.com/view/51075.htm>)

3.1.2 考量的不足

一方面,生态足迹的计算结果只能反映经济决策对环境的影响,也就是只注意了经济产品和社会服务能的耗费,而未注意生态产品和生态服务能的耗费,而且在考虑资源的消费时,只注意了资源的直接消费而未考虑间接消费,同时也忽略了资源开发利用中其它的重要影响因素,如工业城市化的推进挤占耕地,由于污染、侵蚀等造成的土地退化情况。

另一方面,生态足迹方法并没有设计成一个预测模型,是一种基于现状静态数据的分析方法,其计算结果不能反映未来的发展趋势,其所得结论具有瞬时性。因此方法的计算结果不能反映人类活动的方式、管理水平的提高和技术的进步等因素的未来影响。同时在将生产能力差异很大的耕地、化石能源土地、牧草地、林地等转化为可比较的生物生产型面积时,采用乘转化因子(均衡因子和产量因子),转化因子的

确定显然假定了不同的生物生产面积类型之间固定的替代弹性,事实上,它们之间的环境影响是不可相互替代的。而且该转化因子的确定主要是考虑生物物理方面的因素,并未考虑长期的技术潜力和社会方面的权重(如市场价格的影响)。

3.2 P—S—R 生态安全评价模型

生态安全的概念早在 20 世纪 70 年代就已被提出,但是由于生态安全内涵的丰富和复杂性,以及人们对生态安全的研究尚不够深入,因而一直也未能形成统一并普遍接受的定义。

狭义的生态安全概念是指自然和半自然生态系统的安全,即生态系统完整性和健康的整体水平反映。若将生态安全与保障程度相联系,生态安全可以理解为人类在生产、生活和健康等方面不受生态破坏与环境污染等影响的保障程度,包括引用水与食品安全、空气质量与绿色环境等基本要素。

广义生态安全概念以国际应用系统分析研究所(IASA,1989)提出的定义为代表:生态安全是指在人的生活、健康、安乐、基本权利、生活保障来源、必要资源、社会次序和人类适应环境变化的能力等方面不受威胁的状态,包括自然生态安全、经济生态安全和社会生态安全,组成一个复合人工生态安全系统。

3.2.1 P—S—R (Pressure-State-Response) 综合评价模型

$$S = \sum_{i=1}^n W_{ij} Y_{ij}$$

其中: S 为城市生态安全评价结果(生态安全指数); W_{ij} 为 j 项指标的权重值; Y_{ij} 为 i 城市 j 项指标数据的标准化值; n 为指标数。

3.2.2 权重的确定

权重是利用指标信息的价值系数来计算的,其价值系数越高,对评价的重要性越大(或称对评价结果的贡献越大),第 j 项指标的权重 $w_j = d_j / \sum d_j$ 。^[10]

3.3 归一化法

归一化法是通过计算长株潭城市群资源消耗的归一化值,再结合预告确定的划分标准,考核长株潭城市群的资源节约情况,从而评价长株潭城市群生态健康状况。

3.3.1 归一化值的计算方法^[11]

$$R = \frac{R_{\text{人均}} - R_{\text{人均最小}}}{R_{\text{人均最大}} - R_{\text{人均最小}}}$$

R——资源消耗归一化值

R_{人均}——当年人均资源消耗

R_{人均最大}——近十年人均最大资源消耗

$R_{\text{人均最小}}$ ——近十年人均最小资源消耗

3.3.2 节约标准的划分

节约型: $R \leq 0.25$

比较节约型: $0.25 < R \leq 0.5$

比较浪费型: $0.5 < R \leq 0.75$

浪费严重型: $R > 0.75$

3.4 加权和分析法

加权和分析法是一种可独立使用的简单方法,能够综合反映不同地区的生态经济系统的功能效益状况,我们可以用这种方法来考核长株潭城市群资源环境、经济与人口之间的协调度以及城市群中城镇之间、城乡之间的协调发展度。

3.4.1 综合评价模型

综合评价指数的表达形式改变为:

$$P = \sum_{j=1}^m P_j T_j \quad P_j = \sum_{i=1}^m P_{ij} W_{ij}$$

其中, W_{ij} 为第 j 个区域,第 i 个要素的权重, P_j 为第 j 个区域的综合指数, P 为包括 m 个区域在内的整个地区的综合指数, T_j 为第 j 个区域的权重。

3.4.2 数据标准化变换

由于该综合指数是对环境、经济和社会各项指标进行全面综合的评价,原始数据具有不同的量纲数量级大小差别悬殊,因而在进行综合评价之前,必须对原始数据进行数值变换,以统一量纲和消除数量级影响。其公式为: $P_{ij} = X_{ij} / C_{ij}$

3.4.3 评价标准的划分

加权和分析法指数数值越高即协调度越高、可持续性越强,反之越低。

协调: > 1.50

比较协调: $0.80 - 1.50$

不太协调: $0.50 - 0.79$

不协调: $0.30 - 0.49$

非常不协调: < 0.30 [12]

长株潭生态城市群的评价是一项复杂系统工程,其评价认识方法和模型除文中的生态足迹法、P—S—R 生态安全评价模型、归一化法、加权和分析法外,还可以应用数据包络分析法、模糊评价方法、灰色评价方法等。而且,在具体评价考核过程中数种方法和模型并用。

参考文献

- [1] 曾万涛. 长株潭生态城市群建设研究[J]. 城市, 2009(1): 21—24.
- [2] 郑明望. 长株潭城市群生态保护的对策研究[J]. 中国商界, 2009(8): 191—192.
- [3] 株洲市招商合作局. 株洲市规模工业能源消费现状与措施探析[EB/OL]. (2007—11—16). 湖南省招商信息网.
- [4] 柳兴国. 生态城市评价指标体系实证分析[J]. 济南大学学报: 社会科学版, 2008(6): 15—20.
- [5] 张丽君, 张国华. 西部民族地区生态城市评价指标体系设计[J]. 学习与实践, 2009(7): 30—38.
- [6] 陈利顺, 孙岩, 万鹏举, 等. 城市能源生态化利用水平的评价方法研究[J]. 科技管理研究, 2009(3): 88—90.
- [7] 左伟, 王桥, 王文杰. 区域生态安全评价指标与标准研究[J]. 地理学与国土研究, 2002(2): 67—71.
- [8] 秦伟伟, 王卓琳, 任文隆. 生态城市评价指标体系设计[J]. 工业技术经济, 2007(5): 122—124.
- [9] 温杰, 宋丁全, 关庆伟. 生态足迹导入城市评价指标体系的可行性探讨[J]. 金陵科技学院学报, 2006(6): 12—15.
- [10] 杜忠潮, 骆华忠. 基于 P—S—R 模型的城市生态安全评价——西北地区省会城市比较分析[J]. 咸阳师范学院学报, 2009(3): 68—73.
- [11] 聂业, 吴培凯, 孙国刚. 大学排名与产学研合作成效定量评估研究[J]. 科技管理研究, 2008(11): 33.
- [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[J]. 干旱区资源与环境, 2006(1): 140—144.

Evaluation Indicators System and Models of Ecological Urban Agglomeration in Chang-Zhu-Tan Region

ZENG Tao-hong

(Scientific Research Department of Zhuzhou Party School of CPC, Zhuzhou Hunan 412008, China)

Abstract: The construction of ecological urban agglomeration is the value orientation and ultimate goal of the development of agglomeration in Chang-Zhu-Tan (CZT) region. And the evaluation of ecological health status is the essential part of ecological construction. Based on the characteristics of eco-construction in CZT, a series of evaluation indicators involving industrial development, urban system, social development and eco-construction are structured. Some evaluation methods and models such as ecological footprint, P-S-R eco-security evaluation model, normalization method, weighting and analytical method are also discussed.

Key words: Chang-Zhu-Tan region; ecological urban agglomeration; system of evaluation; evaluation model