

# 南充城市生态可持续发展水平对比评价

郭 滨, 李铁松

(西华师范大学国土资源学院, 四川 南充 637002)

**摘 要:** 基于城市自然-经济-社会复合生态系统原理, 采用递阶的层次结构, 建立城市生态可持续发展水平评价指标体系, 并将南充市与绵阳、泸州、攀枝花进行对比评价, 得出南充市城市生态可持续发展水平及发展特点。评价结果表明, 南充城市生态可持续发展水平状况良好, 但经济发展水平偏低, 进而影响到社会、环境发展。

**关键词:** 南充市; 可持续发展水平; 指标体系; 评价

**中图分类号:** F301.24

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1005-3409(2005)01-0193-03

## Evaluation on Ecological Sustainable Development Level of Nanchong City

GUO Bin, LI Tie-song

(Land and Resources College, China West Normal University, Nanchong, Sichuan 637002, China)

**Abstract:** Based on the urban nature-economy-society complex ecosystem theory and adopting a completely graded layer structure, the evaluating indicator system of urban ecological sustainable development level is set up. By contrasting the indices of Nanchong with those of Mianyang, Luzhou and Panzhihua, the conclusion about urban compound ecosystem sustainable development level and development characteristic of Nanchong is made. The evaluation result presents that the ecological sustainable development level of Nanchong is good, but the economic development level is low that influences the development of society and environment.

**Key words:** Nanchong City; ecological sustainable development level; indicator system; evaluation

建设生态城市, 走可持续发展之路是人们的美好向往和努力奋斗的目标。为使城市走上可持续发展轨道并进行下去, 对城市发展状况进行研究评价是非常必要的。通观国内城市可持续发展评价研究文献, 往往针对大城市、特大城市或经济发达城市。而本文立足于西部省份四川境内南充市, 既能对当地政府发展决策提供参考, 又在可持续发展评价中小城市方面作了些尝试和创新。

南充是四川东北部重要城市, 是川东北的科教中心。近年来, 该市经济增长较快, 城市建设力度较大, 同时也出现了一些新的问题。本文应用指标体系等方法, 将南充市与四川境内其它几个地级城市的复合生态系统特点进行对比和定量研究, 分析评价其各自的城市生态系统可持续发展的总体状况及发展质量和问题症结所在, 比较得出南充优劣所在, 为优化南充市城市生态系统结构, 完善系统功能提供依据。

### 1 城市生态系统评价指标体系

#### 1.1 指标体系设置原则

(1) 系统整体性。因为城市可看作是社会-经济-自然

复合生态系统<sup>[1]</sup>, 所以对城市可持续发展水平进行评价的指标体系必须体现出整体性和系统性, 这样评价指标体系与评价对象“城市”这个系统才能匹配。具体地说, 就是评价指标体系中同一级指标之间要能体现相互联系、相互制约的关系; 位于评价体系最下层的指标要体现基础性, 最上层的指标要能统领全局, 而中间层的指标要能承上启下。

(2) 科学客观性。评价指标的选取和体系的设计要能真实客观地反映城市生态系统的情况, 所选取指标要有明确清晰的物理意义, 并尽可能地与现行统计指标保持一致。

(3) 可操作性。评价指标是对应于相应的数据的, 评价要能进行, 必须有数据作为支撑。而对于数据, 我们希望它可靠、易取得和易统计分析。这就要求我们在设计评价指标的时候充分考虑数据的要求, 脱离数据而凭空设计的指标, 不管它有多精致多具体, 由于数据无法得到保证, 往往会使评价工作进行困难甚至无法操作。

#### 1.2 评价指标体系的框架

根据上述城市生态系统评价指标体系设置的基本原则, 参考国内城市可持续发展评价研究的成功案例, 在对南充城

市性质、城市经济社会发展目标研究的基础上,基于“自然-经济-社会复合生态系统原理”,应用层次分析法(AHP),制定如下城市生态系统评价指标体系。即由经济生态可持续发展指标 $B_1$ 、社会生态可持续发展指标 $B_2$ 、自然生态可持续发展指标 $B_3$ 共3个二级层次,由经济水平 $C_1$ 、经济结构 $C_2$ 、经济效益与能力 $C_3$ 、人口发展 $C_4$ 、基础设施 $C_5$ 、生活质量 $C_6$ 、

科技教育 $C_7$ 、工业废水排放达标率 $C_8$ 、工业固废综合利用率 $C_9$ 、环境噪声 $C_{10}$ 共10个三级层次以及经济指标下属的 $D_1$ 、 $D_2$ 、 $D_3$ 、 $D_4$ 、 $D_5$ 5个子指标与社会指标下属的 $D_6$ 、 $D_7$ 、 $D_8$ 、 $D_9$ 、 $D_{10}$ 、 $D_{11}$ 、 $D_{12}$ 、 $D_{13}$ 、 $D_{14}$ 、 $D_{15}$ 、 $D_{16}$ 、 $D_{17}$ 12个子指标构成了南充市城市生态可持续发展指标体系(图1),其中指标子体系 $B_1$ 、 $B_2$ 的层次结构见图2和图3。

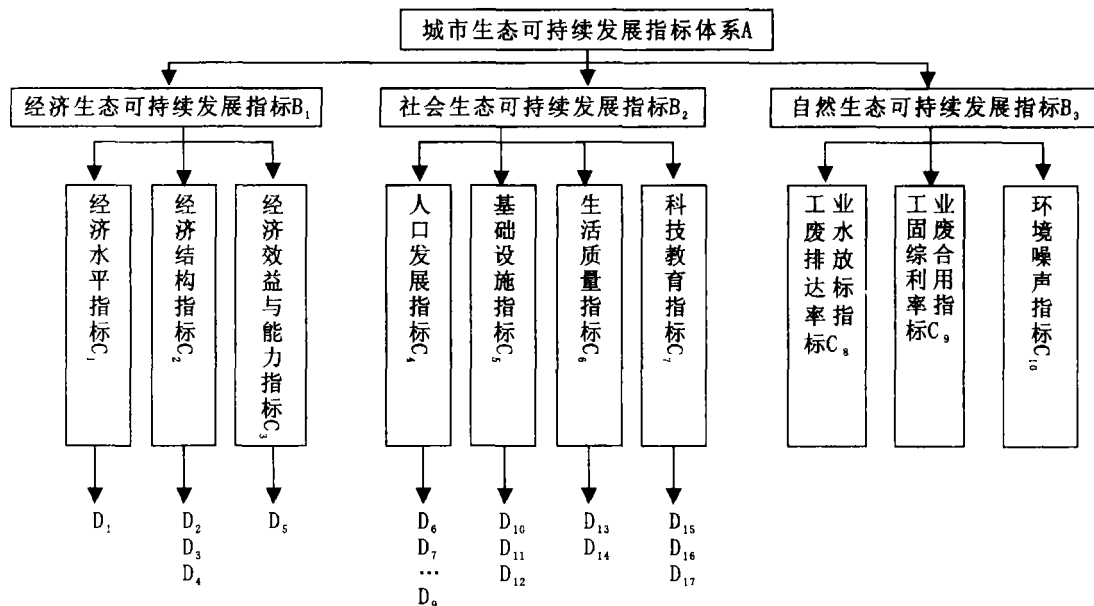


图1 南充城市生态可持续发展指标体系层次结构图

## 2 评价指标的计算模型

考虑到城市生态系统是由不同层次多个子系统构成,且子系统内部组成因子对系统的重要性各不相同的特点,采用层次分析法确定各因子即评价研究中的评价指标的权重和各子系统的组合权重。用模糊综合评价的方法计算各项指标的得分。得分计算公式为:

$$V_i = Z_i / Z_{si} \quad (\text{当 } Z_i \text{ 为正作用指标时}) \quad (1)$$

$$V_i = Z_{si} / Z_i \quad (\text{当 } Z_i \text{ 为负作用指标时}) \quad (2)$$

式中:  $V_i$ ——第 $i$ 个指标的得分,  $Z_i$ ——第 $i$ 个指标的统计值,  $Z_{si}$ ——第 $i$ 个指标的标准值(用于计算本评价得分的参考值); 2式适用于指标数据越小越好的情况。在指标评分和权重确定的基础上进行加权求和的综合评价,即公式:  $Y =$

$\sum W_i V_i$ , 式中 $W_i$ ——第 $i$ 项指标的权重值。逐级指标进行加权求和计算,得出该城市总的得分情况。对评价选定的其它参照对比城市也采用上述方法计算得分,最后通过参比城市与目标城市的分项得分情况与总得分情况的对比,得出对比评价的结论。

## 3 城市生态可持续发展水平对比评价

根据前面提出的城市生态可持续发展水平评价指标体系(图1~3),将南充市2001年城市生态可持续发展水平与四川省内绵阳、泸州、攀枝花三个城市进行对比评价,以揭示城市发展特点,为南充城市以生态可持续为发展方向提供依据和参考。

### 3.1 对比城市的选择及其特点比较

南充、绵阳、泸州、攀枝花是四川省内有代表性的城市。南充是四川省的第二大高等教育基地,是四川省内除成都外拥有高等学校最多的城市。绵阳是中国西部的“电子城”,长虹彩电就出产于此。泸州是一座以酒扬名的城市,泸州老窖400年飘香,有中国“酒城”的美誉。攀枝花是一座“钢城”,钒钛磁铁矿是具有重要战略价值的矿产资源。

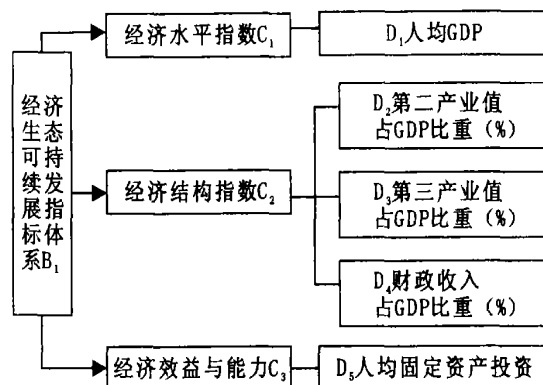


图2 南充城市经济生态可持续发展指标子体系层次结构图

四城市特点为:绵阳处于“大成都经济圈”,距四川省会成都90 km,是国家重要的国防军工和科研生产基地,城市基础设施和交通设施比较完善,先后被命名为全国文明先进城市、国家卫生城市、全国造林绿化十佳城市、全国园林绿化先进城市和联合国改善人居环境示范城市。泸州位于川、滇、黔、渝四省(市)结合部,是一个以酿酒、化工、机械制造为支柱的综合性工业城市,先后获得国家卫生城市、全国双拥工作模范城和

联合国改善人居环境良好范例奖等荣誉。南充是川东北的科教文化中心, 是闻名遐迩的丝绸之乡, 久负盛名的水果之州。攀枝花是全国惟一以花命名的城市, 位于四川西南金沙江和雅砻江交汇处, 是中国西部重要的钢铁、钒钛、能源基地。

3 2 四城市生态可持续发展水平对比

2001 年南充市与绵阳、泸州、攀枝花的经济生态、社会生态、自然生态可持续发展对比见表 1、表 2、表 3。

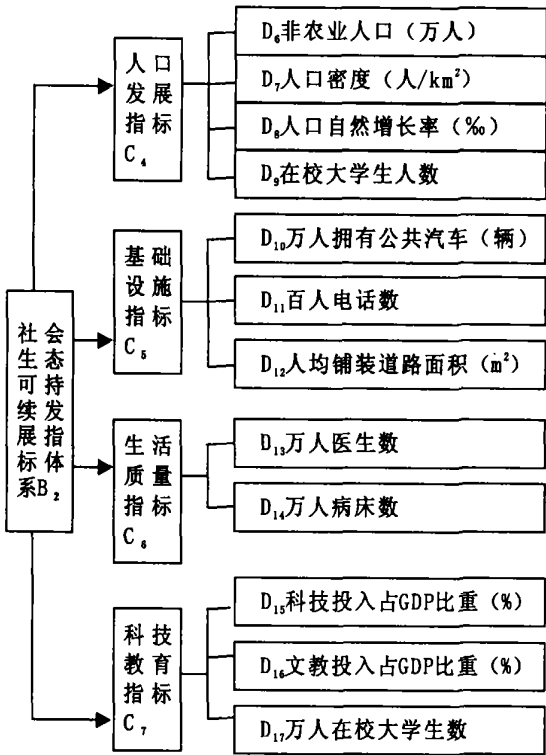


图 3 南充城市社会生态可持续发展指标子体系层次结构图

表 1 2001 年南充市与其它城市经济生态

可持续发展指标对比表						
指标层 1	指标层 2	南充	绵阳	泸州	攀枝花	标准值
经济水平指数	人均 GDP/元	4240 5	13243 44	6490 35	15110 46	40000 72
经济	第二产业产值占 GDP 比重/%	32 74	45 25	44 3	71 62	54 06
结构	第三产业产值占 GDP 比重/%	49 28	45 03	41 35	25 65	50
指数	财政收入占 GDP 比重/%	4	6 3	6	7	13 6
经济效益与能力	人均固定资产投资/元	4069	12095	7757	4674	60940

表 2 2001 年南充市与其它城市社会生态

可持续发展指标对比表						
指标层 1	指标层 2	南充	绵阳	泸州	攀枝花	标准值
人口发展指标	非农业人口/万人	45 56	44 4	39 44	50 25	106 12
	人口密度/(人·km <sup>-2</sup> )	683	677	645	324	678
	人口自然增长率‰	1 27	3 37	3 74	7 94	4
	在校大学生人数/人	29695	26578	16725	3322	18556
基础设施指标	万人拥有公共汽车/辆	1 16	5 78	2 96	9 12	35
	百人电话数/部	36	48	38	32	60
	人均铺装道路面积/m <sup>2</sup>	2 18	5 09	1 54	6 54	25 26
生活质量指标	万人医生数/人	39	55	59	58	60
	万人病床数/个	77	109	82	95	65
科技教育指标	科技投入占 GDP 比重/%	0 08	0 04	0 056	0 1	2
	文教投入占 GDP 比重/%	2	0 9	1 36	1	5
	万人在校大学生数/人	652	599	424	66	500

本文标准值的确定, 有国家标准的尽量采用国家标准, 同时参考国内研究文献中提出的标准值, 由于很多文献中的

标准值往往针对大城市特大城市, 而本文研究对象是中等城市, 故对文献标准值采取筛选和修正的原则。采用前面两个原则都未能确定的评价指标的标准值, 则采用深圳市的同年现状值, 因为深圳市将是我国第一个(不包括港澳)实现现代化的城市<sup>[10]</sup>, 又是广东省(珠三角)沿海中等城市, 它的现状值可作为四川省中等城市中短期发展的目标。

表 3 2001 年南充市与其它城市自然生态  
可持续发展指标对比表

指标层 2	南充	绵阳	泸州	攀枝花	标准值
工业废水排放达标率/%	72 7	100	70 4	93 1	100
工业固废综合利用率/%	99 57	42 68	94 29	25 28	100
环境噪声/分贝	50 1	52 4	46 7	52 3	73 5

表 4 经济生态各指标相对 B 层经济生态指标权重系数表

指标层 1	指标层 2	权重
经济水平指数	人均 GDP	0 4581
经济	第二产业产值占 GDP 比重	0 0632
结构	第三产业产值占 GDP 比重	0 1510
指数	财政收入占 GDP 比重	0 0273
经济效益与能力	人均固定资产投资	0 3004

表 5 自然生态各指标相对 B 层经济生态指标权重系数表

指标层 2	权重
工业废水排放达标率	0 1171
工业固废综合利用率	0 2679
环境噪声	0 6150

表 6 社会生态各指标相对于上一层指标权重系数表

指标层 1	权重	指标层 2	权重
人口发展	0 6017	非农业人口	0 3372
		人口密度	0 0765
		人口自然增长率	0 0703
		在校大学生人数	0 516
基础设施	0 1492	万人拥有公共汽车	0 35
		百人电话数	0 34
		人均铺装道路面积	0 31
生活质量	0 1686	万人医生数	0 7
		万人病床数	0 3
科技教育	0 0806	科技投入占 GDP 比重	0 1899
		文教投入占 GDP 比重	0 5474
		万人在校大学生数	0 2627

指标权重见表 4、表 5、表 6。权重的确定运用了专家咨询法(Delphi)和层次分析法(AHP)。在专家咨询的基础上, 得到评价指标体系最基层的指标两两比较的重要性, 按 9 级标度法的原则予以数字化, 构成比较判别矩阵。通过层次单排序, 得到最基层指标相对于上一层指标的权重。单排序要接受一致性检验, 计算结果一致性小于 0 1, 满足矩阵排序一致性检验。标准化后的基层指标得分乘以权重加和得出上一层指标的得分。逐级进行最终得出总的综合指数。理论上层次多排序也要接受一致性检验, 但由于在给出基层指标重要性时无法考虑较高层次和总体, 且在层次多排序时发现不符合一致性调整基层排序也很难, 故在实际工作中层次多排序往往略去。评价结果见表 7。

表 2 土壤侵蚀分级编码规则表

坡度分级	1	2	3	4	5	6
1	1	1	1	1	2	3
2	1	2	2	2	3	4
3	1	2	3	3	4	5
4	1	2	3	4	5	6
5	1	3	4	5	6	6
6	2	3	4	5	6	6

表 3 杏河站控制区侵蚀强度分级结果及侵蚀量计算表

土壤侵蚀等级	面积 /km <sup>2</sup>	侵蚀模数/(t·km <sup>2</sup> ·a <sup>-1</sup> )			年侵蚀量/t		
		下限	上限	中值	按下限计算	按上限计算	按中值计算
1 微度	25 18	200	1000	500	5036 0	25180 2	12590 1
2 轻度	14 60	1000	2500	1750	14604 3	36510 8	25557 5
3 中度	50 21	2500	5000	3250	125529 8	251059 5	163188 7
4 强度	109 76	5000	8000	6500	548800 0	878080 0	713440 0
5 极强度	151 63	8000	15000	11350	1213040 0	2274450 0	1721000 5
6 剧烈	119 27	15000	30000	22500	1789020 0	3578040 0	2683530 0
合计	470 65				3696030 1	7043320 5	5319306 8

4 结果验证与评析

模型计算结果(见表 3)表明:杏子河流域杏河水文站控制区总面积 470 65 km<sup>2</sup>,其中,微度至剧烈侵蚀各级面积分

参考文献:

[1] 蔡强国 坡长在坡面侵蚀产沙过程中的作用[J] 泥沙研究, 1989 (4): 35- 40

[2] 王占礼 黄土高原降雨因素对土壤侵蚀的影响[J] 西北农业大学学报, 1998, 26(4): 101- 105

[3] 陈云明, 侯喜禄, 刘文兆, 黄土丘陵半干旱区不同类型植被水土保持生态效益研究[J] 水土保持学报, 2000, 14(3): 57- 61.

[4] 陈浩, 蔡强国, 陈金荣, 等 黄土丘陵沟壑区人类活动对流域系统侵蚀、输移和沉积的影响[J] 地理研究, 2001, 20(1): 69- 76

[5] 李有利, 郑纲, 杨景春 人类活动与土壤侵蚀[J] 水土保持研究, 1999, 6(4): 105- 110

[6] 唐克丽 杏子河流域的土壤侵蚀方式及其分布规律[J] 水土保持通报, 1984, 4(5): 10- 19

[7] 张显峰, 崔伟宏 运用 RS、GIS 技术进行大比例尺土地利用动态监测的实验研究[J] 地理科学进展, 1999, 18(2): 137- 145

(上接第 195 页)

表 7 2001 年南充市与其它城市生态可持续发展指数对比表

B 层	C 层	南充	绵阳	泸州	攀枝花	权重
经济生态	经济水平	0 0486	0 1512	0 0742	0 1732	0 35
	经济结构	0 1952	0 201	0 1887	0 1392	
	经济效益与能力	0 0201	0 0595	0 0382	0 0228	
	综合指数	0 2639	0 4117	0 3011	0 3352	
社会生态	人口发展	0 5927	0 5873	0 4123	0 2018	0 32
	基础设施	0 0351	0 0532	0 0366	0 0442	
	生活质量	0 1367	0 1930	0 1798	0 1880	
	科技教育	0 0345	0 0259	0 0304	0 0124	
自然生态	综合指数	0 7990	0 8594	0 6591	0 4464	0 33
	工业废水排放达标率	0 0851	0 1171	0 0824	0 1090	
	工业固废综合利用率	0 2668	0 1144	0 2526	0 0678	
	环境噪声	0 9041	0 8610	0 9656	0 8610	
综合指数		1 256	1 0925	1 3006	1 0378	
综合指数		0 7625	0 7796	0 7455	0 6026	1

参考文献:

[1] 马世俊, 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

[2] 张坤民, 温宗国 城市生态可持续发展指标的进展[J] 城市环境与城市生态, 2001, 14(6): 1- 4

[3] 曹慧, 胡锋, 李辉信, 等 南京市城市生态系统可持续发展评价研究[J] 生态学报, 2002, 22(5): 787- 792

[5] 罗上华, 马蔚纯, 王祥荣, 等 城市环境保护规划与生态建设指标体系实证[J] 生态学报, 2003, 23(1): 45- 55

[6] 郭爱明, 郭耀邦 层次分析法(AHP)确定食品质量指标权重[J] 食品科学, 1994, (7): 6- 10

[7] 王莲芬, 许树柏 层次分析法引论[M] 北京: 中国人民大学出版社, 1990

[8] 国家统计局城市社会经济调查总队 中国城市统计年鉴: 2002[M] 北京: 中国统计出版社, 2003

[9] 四川省统计局 四川统计年鉴: 2002[M] 北京: 中国统计出版社, 2002

[10] 张惠屏 实现现代化深圳第一个——访中国科学院可持续发展战略研究组组长、首席科学家牛文元[N] 深圳商报, 2001- 03- 29

别为 25 18 km<sup>2</sup>、14 6 km<sup>2</sup>、50 21 km<sup>2</sup>、109 76 km<sup>2</sup>、151 63 km<sup>2</sup> 和 119 27 km<sup>2</sup>。

为了与该流域控制水文站(杏河站)观测数据进行对比分析,验证模型评估的正确性,我们按照土壤侵蚀各个等级所对应的侵蚀模数下限、上限和中值分别计算了该流域土壤侵蚀量,见表 3,该地区下限年总侵蚀量为 3 696 030 1 t,上限年总侵蚀量为 7 043 320 5 t,中值年总侵蚀量为 5 319 306 8 t。

根据杏河水文站 1990~ 2001 年间观测的输沙率计算,该地区年平均输沙量为 5 685 570 9 t,该数值正好位于上述计算的上、下限年总侵蚀量之间,而且与中值年总侵蚀量接近。

5 两点体会

(1)RS 和 GIS 相结合在土壤侵蚀中的应用使得图像、图形和编辑软件得到有机结合,保证了源信息流的完整性,即源信息的采集、处理和应用得到统一<sup>[8]</sup>。

(2)对土壤侵蚀现状进行科学、快速、准确的评估,采用数字化手段是必然趋势,把影响土壤侵蚀的各种因素的数字模型叠合处理,可以得出更加可靠的调查结果。

4 结 论

从评价结果可以看出:南充经济生态指数在四城市中最低,从数据表面看是由于经济水平指数偏低,一个潜在的问题是南充市第二产业欠发达,虽然看起来经济结构指数得分不低。社会生态指数在四城市中处于中上中等地位,人口发展和科技教育得分最高,而基础设施和生活质量得分最低,这反映出了南充市优劣所在,城市硬件条件有待改善而人口质量不错。自然生态指数得分也处于中上中等地位,这与南充第二产业欠发达不无关系,环境承载状况良好是发展经济的有利条件和支持,但在发展中也应注意环境、经济的协调发展。总的来说,南充城市可持续发展水平良好,工作重心是培育当地支柱产业,提高经济生态水平,同时注意环境、社会的协调发展。