

贵州省城市生态承载力评价研究

秦 趣^{1,2}, 王艳红¹

(1. 六盘水师范学院 旅游与历史文化学院, 贵州 六盘水 553004; 2. 乌蒙山区发展研究院, 贵州 六盘水 553004)

摘 要:从城市生态承载力内涵出发,以贵州省城市为研究对象,确立城市生态承载力评价指标体系,构建城市生态承载力建立评价模型,并对贵州省城市生态承载力现状进行评价分析,结果显示:贵州省城市生态承载力整体水平较低,仅有六盘水市城市生态承载力指数为低承载,其余城市生态承载力指数均为弱承载,生态承载力指数排序由大到小分别是六盘水、安顺市、铜仁市、贵阳市、黔南州、黔东南州、遵义市、黔西南州和毕节市。目前,贵州省城市发展面临较大的生态问题,在今后的发展过程中需要着力建设城市生态环境系统,促使贵州省城市生态系统健康、稳定和持续发展。

关键词:城市生态承载力;评价指标;评价模型;贵州省

中图分类号:K902;F293.2(273)

文献标志码:A

文章编号:1009-4210-(2019)02-001-12

Study on the Dynamic Changes of Urban Ecological Carrying Capacity in Guizhou Province

QIN Qu^{1,2}, WANG Yan-hong¹

(1. College of Tourism and Historical Culture, Liupanshui Normal University, Liupanshui 553004, China;
2. Research Institute of Development in the Wumengshan Region, Liupanshui 553004, China)

Abstract: This paper starts with the urban ecological carrying capacity, takes the cities of Guizhou Province as the research object, establishes the evaluation index system of urban ecological carrying capacity, establishes the evaluation model of urban ecological carrying capacity, and evaluates and analyses the current situation of urban ecological carrying capacity in Guizhou Province. The results show that the overall level of urban ecological carrying capacity in Guizhou Province is relatively low, only Liupanshui city

收稿日期:2019-01-15; **改回日期:**2019-03-11

基金项目:贵州省教育厅创新群体重大项目(黔教合 KY 字[2016]056 号);贵州省本科高校一流课程建设项目;六盘水市科技计划项目(52020-2018-03-08);贵州省科技计划项目(黔科合基础[2017]1506);贵州省高等学校教学内容和课程体系改革项目(2017520092);六盘水师范学院重点学科建设项目(LPSSYZDXK201701);六盘水师范学院科技创新团队项目(LPSSYKJTD 201604);六盘水师范学院教学内容和课程体系改革项目(LPSSYjg201701);六盘水师范学院教学团队(LPSSYjxt201806)

作者简介:秦 趣(1978—),男,教授,硕士生导师,从事城市规划、旅游规划及人居环境研究。E-mail:qinqu2008@126.com

has low ecological carrying capacity index, while the other cities have weak ecological carrying capacity index. The order of ecological carrying capacity index is Liupanshui, Anshun city, Tongren city, Guiyang city, Qiannan prefecture, Qiandongnan prefecture, Zunyi city, southwestern Guizhou Prefecture and Bijie city, respectively. At present, the urban development of Guizhou province is facing great ecological problems. In the future development process, we need to focus on the construction of urban ecological environment system, and promote the healthy, stable and sustainable development of urban ecological system in Guizhou province.

Key words: urban ecological carrying capacity; evaluation index; evaluation model; Guizhou Province

社会逐步发展,城市成为人类活动中心,城市所承受的压力越来越大,城市环境能否容纳整个城市的人类活动,城市生态承载力相关研究已成为社会发展所关注的焦点。外国学者对城市生态承载力进行了广泛研究,主要包括概念、方法以及实践研究等方面。1921年,帕克和伯吉斯在人类生态学中提出生态承载力概念,指物种个体数量存在一定条件下的最高极限^[1]。1984年,贝利把承载力分为“生态承载力”和“经济承载力”^[2]。后来,Wackernagel、Erling等从生态足迹方面对城市生态承载力进行了研究^[3-5]。在研究方法上,主要有状态空间法^[6]、基于生态系统服务的方法^[7]、NPP法^[8]、高能生态足迹模型法^[9]等。在实践应用研究方面,Onishi在基于市民利用城市基础设施和服务过着舒适生活的前提下,运用定量研究方法,对东京市中心区的承载力进行检验,并提出了应采取分散化的政策主张^[10]。Jusup对菲律宾地区的生态承载力进行了评价^[11]。M. Cuadra根据研究需要,选取有代表性的生态环境承载力指标,评价区域开发强度与承载力的协调程度^[12]。国内学者对生态承载力的研究始于20世纪90年代,主要涉及概念与理论研究、评价方法与模型研究、调控与规划研究等。杨贤智^[13]、王家骥^[14]和徐琳瑜^[15]等对生态承载力的概念与理论进行了探讨;在评价方法与模型方面,主要有灰色关联度^[16]、系统聚类分析法^[17]、系统动力模型^[18]、生态足迹模型^[19]等。在调控与规划研究方面,杨志峰^[20]、王纪武^[21]、王维^[22]、裴鹰^[23]等此进行的研究。

总体上看,国内外对城市生态承载力已有一定研究,现有成果对城市生态承载力研究形成了有力的支撑和重要的参考作用,但目前仍存在以下两个问题:一是对城市生态承载力评价指标体系构建研究较少,未能构建系统、全面的评价指标体系;二是在应用研究方面,针对西南山区矿业城市生态承载力的研究未见报道。因此,本研究以贵州省城市生态承载力评价研究为研究对象,通过调查城市生态承载力现状,建立评价指标体系并进行评价研究,力图促进贵州省喀斯特山区城市的健康和持续发展。

一 研究方法

(一) 建立评价指标体系

在参考前人对城市生态承载力相关研究成果的基础上^[24-30],结合贵州省具体情况,综合

考虑资料的科学性、可获得性、指标选择的合理性和可比性,确立评价指标体系准则层为生态弹性力、生态承载力供给和生态承载力需求共 3 个方面(表 1)。

表 1 贵州省城市生态承载力评价指标体系

目标层	准则层	因素层	指标层	综合权重	分项权重
生态承载力	生态弹性力 (0.2202)	气候	年平均降水量 $X1/mm$	0.0497	0.2297
			年平均气温 $X2/^\circ C$	0.0703	0.3082
		水文植被覆盖	年平均径流量 $X3/10^8 m^3$	0.0608	0.2717
			森林覆盖率 $X4/\%$	0.0394	0.1904
	生态承载力供给 (0.3743)	资源供给	人均公共绿地面积 $X5/m^2$	0.0195	0.0556
			人均水资源量 $X6/m^3 \cdot 人^{-1}$	0.0559	0.1352
			人均住宅面积 $X7/m^2$	0.0313	0.0814
		经济发展	人均 GDP $X8/万元$	0.0169	0.0502
			第三产业占 GDP 比重 $X9/\%$	0.0151	0.0457
			建成区绿化覆盖率 $X10/\%$	0.0270	0.0721
		环境治理	城市生活垃圾无公害化处理率 $X11/\%$	0.0253	0.0682
			工业固废利用率 $X12/\%$	0.0453	0.1120
			工业废水排放达标率 $X13/\%$	0.0077	0.0299
			饮用水源水质达标率 $X14/\%$	0.0171	0.0503
	社会进步	空气质量好于 II 级以上天数比率 $X15/\%$	0.0163	0.0487	
		百人拥有电话数 $X16/部$	0.0271	0.0722	
		万人拥有高等学历人数 $X17/人$	0.0383	0.0966	
	生态承载力需求 (0.4055)	资源消耗	城市化率 $X18/\%$	0.0315	0.0819
万元 GDP 能耗 $X19/(吨标准煤/万元)$			0.0357	0.0896	
万元 GDP 电耗 $X20/(kW \cdot h/万元)$			0.0585	0.1383	
经济增长		GDP 增长率 $X21/\%$	0.0129	0.0412	
		财政收入占 GDP 比重 $X22/\%$	0.0443	0.1081	
环境破坏		恩格尔系数 $X23/\%$	0.0476	0.1149	
		SO_2 排放量 $X24/10^4 t$	0.0189	0.0539	
		水土流失率 $X25/\%$	0.0698	0.1623	
		人口自然增长率 $X26/\%$	0.0446	0.1085	
		城市人口失业率 $X27/\%$	0.0620	0.1457	
人口压力	城市人口密度 $X28/万人 \cdot km^{-2}$	0.0112	0.0375		

具体分析如下:城市是一个较为复杂的生态系统,评价城市生态承载力的指标应全面反映生态系统的立体结构、内部要素联系和可持续发展机制,因此,从城市的自然环境、资源、社会经济、人口等子系统出发,建立评价指标体系的因素层。生态弹性力指生态系统的自我维持与自我调节能力,系统的状态决定其强度大小。通过调查,基本能决定生态系统性质的因素主要是气候、水文及植被等自然地理要素的综合状况。因此,选取与研究区域所需研究要素一致的气候、水文及植被覆盖 3 个方面作为生态弹性力的因素层。生态承载力供给,主要反映在资源的供给力和环境容纳力上,也包括地区经济发展和社会进步所带来的作用。因此,生态承载力供给因素层选取资源供给、环境治理、经济发展和社会进步来反映。生态承载力需求表现为社会经济和人类活动对资源的索取和对环境的破坏,它反映了人类生存环境质量的好坏与城市发展面临的问题,生态承载力需求因素层选取资源消耗、经济增长、环境破坏及人口压力来表

示。同时结合本研究区区域特征,在上述因素层上再确立具体指标层。生态弹性力共 4 个指标,即年均降水量、年均气温、年均总径流量及森林覆盖率。生态承载力供给确立了 16 个指标,包括人均公共绿地面积、人均水资源量、人均住宅面积、人均 GDP、第三产业占 GDP 比重、建成区绿化覆盖率、城市生活垃圾无害化处理率、工业固废利用率、工业废水排放达标率、饮用水源水质达标率、空气质量好于Ⅱ级以上天数比率、百人拥有电话数、万人拥有高等学历人数和城市化率。生态承载力需求共确立 8 个指标,包括万元 GDP 能耗、万元 GDP 电耗、GDP 增长率、财政收入占 GDP 比重、恩格尔系数、SO₂ 排放量、水土流失率、人口自然增长率、城市人口失业率及城市人口密度等指标。通过初步选取、综合分析筛选,最终确立 28 个指标(表 1)。

(二)生态承载力评价分级标准

目前,对城市生态承载力评价分类标准并不统一,本研究在参考前人研究的基础上^[31-33],取用均匀分布函数法拟定城市生态承载力分级标准,对贵州省城市生态承载力进行综合评价。结合贵州省各市(州)城市具体情况,具体将贵州省城市生态弹性力、生态承载力供给、生态承载力需求及生态承载力综合评价分为 5 个等级,具体生态承载力分级评价标准(表 2)。

表 2 生态承载力评价分级标准

评价类型	指数值				
	0 ~ 0.20	0.21 ~ 0.40	0.41 ~ 0.60	0.61 ~ 0.80	> 0.80
生态弹性力评价	弱弹性	低弹性	中等弹性	较高弹性	高弹性
生态承载力供给评价	弱供给	低供给	中等供给	较高供给	高供给
生态承载力需求评价	弱需求	低需求	中等需求	较高需求	强需求
生态承载力综合评价	弱承载	低承载	中等承载	较高承载	强承载

(三)评价指标权重确定

城市生态承载力是一个较为复杂的概念,本研究考虑多方因素,拟采用熵权法来确定该研究各个评价指标的权重^[34-35],步骤如下:

(1)评价指标数据标准化。由于各评价指标的量纲不同,不具可比性,需要对各评价指标原始数据进行标准化处理,公式为:

$$a_{ij} = \frac{x_{ij} - x_{\min}}{x_{\max} - x_{\min}} \quad (1)$$

式中: a_{ij} 为指标数据标准化后的值; x_{ij} 为第 i 个评价对象第 j 个指标原始值; x_{\min} 为最小值; x_{\max} 为最大值。

(2)计算指标熵值,公式为:

$$Z_j = -k \sum_{i=1}^n a_{ij} \ln a_{ij} \quad (2)$$

式中: k 为调节系数,且 $k=1/\ln n$; a_{ij} 为对应指标的标准化值。

(3)把熵值转化为权重:

$$w_j = \frac{1 - Z_j}{m - \sum_{j=1}^m Z_j} \quad (3)$$

将贵州省2016年9个市(州)的各个指标数据带入公式(1)~(3),得出贵州省城市生态承载力各指标的权重值(表1)。

(四)评价模型

通过研究城市生态弹性力、生态承载力供给、生态承载力需求三方面来对城市生态承载力的强弱进行评价。

(1)生态弹性力计算。公式为:

$$EEC = \sum_{j=0}^n S_j \times W_j \quad (4)$$

式中: EEC 为生态弹性力指数; S_j 为生态系统中弹性力指标要素标准化值; W_j 为要素 j 所对应的权重值。

(2)生态承载力供给。公式为:

$$CCS = \sum_{j=0}^n S_j \times W_j \quad (5)$$

式中: CCS 为生态承载力供给指数; S_j 为生态系统中各供给要素标准化值; W_j 为要素 j 所对应的权重值; CCS 越大,生态系统承载能力越强。

(3)生态承载力需求计算。公式为:

$$CCP = \sum_{j=0}^n S_j \times W_j \quad (6)$$

式中: CCP 为生态承载力需求指数; S_j 为生态系统中各需求要素标准化值; W_j 为要素 j 所对应的权重值; CCP 越大,表明生态系统承受的压力越大。

(4)生态承载力指数计算。对生态弹性力、生态供给、生态需求3个准则层进行加权,得出生态承载力指数公式:

$$EEC = \sum_{j=0}^n A_j \times W_j \quad (7)$$

式中: A_j 为各准则层评价结果; W_j 为各准则层权重, $j=1,2,3$ 。

二 实例研究

(一)研究区概况及数据来源

贵州省被川、渝、湘、桂、滇五省所包围,处于我国西南腹地。区域内高原、山地广布,地势与我国整体趋势一致呈西高东低态势,平均海拔在1100 m左右,属于亚热带湿润性季风气候,

年降水量大部分地区在 1 100 mm 以上。区域内发育典型的喀斯特地貌,成为该区域旅游业蓬勃兴起的天然契机,但也正是自然地理环境与气候条件的结合,使得贵州省喀斯特山区城市敏感而脆弱。贵州省共辖 9 个地级行政单位,国土总面积为 $17.6 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。区域内多山地,平地较少,土地资源少,土地质量不高,但矿产资源丰富,是著名的“西南煤海”,煤炭储量位居全国第五,达 $497.28 \times 10^8 \text{ t}$ 。森林资源覆盖率高达 50%,珍惜植物多达 70 余种,野生植物资源都较为丰富^[36-37]。

采用的数据主要来源于贵州省、市(州)统计年鉴,贵州省水资源公报、环境质量公报及贵州省政府、各市(州)政府工作报告等具有客观真实的官方资料,部分数据依据由环保局、林业局及贵州省官方网站等公布的数据进行补充,其余数据通过查询有关文献,咨询相关专家和实地考察得到。

(二) 研究结果分析

以贵阳市为例,把贵阳市相关数据标准化后代入公式(4)~(7),得到贵阳市生态承载力指数(表 3)。

表 3 贵阳市生态承载力指数计算

准则层	指标	权重	标准化值	各指标指数	各要素指数	综合指数
生态弹性力	X1	0.0497	0.3459	0.0172	0.1046	0.1900
	X2	0.0703	0.6829	0.0480		
	X3	0.0608	0	0		
	X4	0.0394	1	0.0394		
生态承载力供给	X5	0.0195	1	0.0195	0.3358	
	X6	0.0559	0.4079	0.0228		
	X7	0.0313	0.9171	0.0287		
	X8	0.0169	1	0.0169		
	X9	0.0151	1	0.0151		
	X10	0.0270	0.8953	0.0242		
	X11	0.0253	1	0.0253		
	X12	0.0453	1	0.0453		
	X13	0.0077	1	0.0077		
	X14	0.0171	1	0.0171		
	X15	0.0163	1	0.0163		
	X16	0.0271	1	0.0271		
	X17	0.0383	1	0.0383		
	X18	0.0315	1	0.0315		
生态承载力需求	X19	0.0357	0.0413	0.0015	0.1827	
	X20	0.0585	0.1520	0.0089		
	X21	0.0129	0.4859	0.0063		
	X22	0.0443	1	0.0443		
	X23	0.0476	0.27279	0.0130		
	X24	0.0189	0.4559	0.0086		
	X25	0.0698	0	0		
	X26	0.0446	0.1794	0.0080		
	X27	0.0620	0	0		
	X28	0.0112	1	0.0112		

同理,求得贵州省其他几个地州市的生态承载力指数(表 4)。

表 4 贵州省各市(州)生态承载力指数

指数	市(州)								
	贵阳市	六盘水市	遵义市	安顺市	毕节市	铜仁市	黔西南州	黔东南州	黔南州
生态弹性力	0.1046	0.1024	0.1839	0.1103	0.0535	0.1436	0.1385	0.1668	0.1648
生态承载力供给	0.3358	0.2389	0.1473	0.2145	0.0462	0.2530	0.0120	0.1112	0.1247
生态承载力需求	0.1017	0.2321	0.1600	0.2131	0.1955	0.1612	0.2311	0.2367	0.2520
生态承载力综合评价	0.1900	0.2061	0.1605	0.1910	0.1083	0.1917	0.1287	0.1743	0.1851

依据表 4 贵州省各市(州)生态承载力指数,结合表 2 生态承载力分级标准,可得贵州省城市生态弹性力、生态承载力供给、生态承载需求及生态承载力分级评价结果(表 5)。

表 5 贵州省各市(州)生态承载力综合分级评价

指数	市(州)								
	贵阳市	六盘水市	遵义市	安顺市	毕节市	铜仁市	黔西南州	黔东南州	黔南州
生态弹性力	弱弹性	弱弹性	弱弹性	弱弹性	弱弹性	弱弹性	弱弹性	弱弹性	弱弹性
生态承载力供给	低供给	低供给	弱供给	低供给	弱供给	低供给	弱供给	弱供给	弱供给
生态承载力需求	弱需求	低需求	弱需求	低需求	弱需求	弱需求	低需求	低需求	低需求
生态承载力综合评价	弱承载	低承载	弱承载	弱承载	弱承载	弱承载	弱承载	弱承载	弱承载

1. 生态弹性力分析

从表 4 可知,贵州省城市生态承载弹性力指数现状在各城市分布比较平稳,其中最大值为遵义市的 0.1839,最小值为毕节市的 0.0535,其他 7 个城市处于中间位置。结合表 5 生态弹性力指数分级可知,贵州省 9 个市(州)城市生态弹性力均处于弱弹性状态。从指标层面分析,影响贵州省各城市生态弹性力现状差异的原因主要是各地年平均降雨量、年平均径流量及森林覆盖率几个指标的影响。遵义市的年平均降雨量为 1450 mm,为各城市最大值,同时年平均径流量居于全省第二位,森林覆盖率及年平均气温均处于全省相同指标的中间位置,综合分析遵义市的生态弹性力为弱弹性中的最大值,为贵州省城市中生态弹性力最强的城市。毕节市年平均降雨量只达 960 mm,是全省年平均降雨量最少的城市,而平均径流量、森林覆盖率及气温的值均处于中偏下,且毕节市也是强度石漠化地区之一,其沙质的土壤不易储水,使得植被容易遭到破坏,加剧了自然环境的脆弱性,因此毕节市生态弹性力指数呈弱弹性,且为全省最弱。六盘水市、安顺市均为强度石漠化地区,贵阳市则存在建设强度相对较大的因素,自然弹性系统能力被消减,因此生态弹性力指数较低,9 个城市其指数由大到小排序依次为遵义、黔

东南州、黔南州、铜仁市、黔西南州、安顺市、贵阳市、六盘水市及毕节。

2. 生态承载力供给分析

从表 4、表 5 可以看出,贵州省各城市生态承载力供给指数差异较大,其中处于低供给状态的有 4 个城市,从大到小依次是贵阳市、铜仁市、六盘水市及安顺市,贵阳市生态承载力供给指数为全省最大值,其原因主要是得益于良好的政策支持和经济支撑,贵阳市在生态承载力供给的 14 个指标层的数据中,除建成区绿化覆盖率处于第二位,其余均占首位,较高的供给系统使得贵阳市生态承载力供给指数居全省之首。铜仁市建成区绿化覆盖率居全省第一,达到 22.12%,其人均 GDP、第三产业占 GDP 比重、工业固废利用率、百万人拥有电话数等 8 项指标均居全省第二位。生态承载力供给指数处于弱供给的城市为 5 个,指数由大到小分别为遵义市、黔南州、黔东南州、毕节市、黔西南州,其中毕节市、黔西南州指数都很低,分别为 0.046 2 和 0.012 0,其指标层中城市生活垃圾无害化处理率及城市化率均为全省最低。而处于弱供给力的这 5 个城市在经济发展、城市环境治理、和社会进步因素层均较弱,可看出处于弱供给状态的城市最主要的原因一部分来自于自然资源的相对不足,一部分则是由于发展过程中的不协调造成的,一个良好的生态系统离不开平衡、协调、可持续的发展机制。

3. 生态承载力需求分析

由表 4 和表 5 可知,贵州省生态承载力需求指数各城市的差异处于生态弹性力指数和生态承载力供给指数之间,处于低需求的有 5 个城市,需求指数由大到小为黔南州、六盘水市、黔西南州、安顺市;生态承载力需求指数为弱需求的城市由大到小依次是毕节市、铜仁市、遵义市及贵阳市。生态承载力需求指数相当于城市发展过程中所面临的各种压力状态,当需求指数越大,生态系统承受的压力越大。黔南州指标层中的水土流失率、人口自然增长率、恩格尔系数均居全省第三,而 GDP 增长率却为全省倒数第二。因此水土流失治理亟需大量劳资的投入,人口自然增长率居高带来社会负担,同时恩格尔系数也较大,说明市民生活水平、经济发展水平与社会发展需求成反比;黔西南州水土流失率居全省第一,达 56.62%,而人口自然增长率是全省最高,达到 10.75%,远远高于全国同期平均水平。环境破坏带来的经济负担及人口增长带来的社会负担使得城市需求居高不下。根据上述分析及生态承载力需求的指标层数据显示,可知城市生态承载力需求与城市社会经济发展水平成反比,社会经济发展水平越低,社会生产过程中消耗的资源就越多,环境破坏程度严重,生态压力越大,需求越高。

4. 生态承载力综合分析

从表 4、表 5 可以看出,贵州省各城市生态承载力指数值波动不大,除六盘水市为低承载,其余市(州)均为弱承载,生态承载力指数由大到小分别是六盘水、安顺市、铜仁市、贵阳市、黔南州、黔东南州、遵义市、黔西南州、毕节市,其中毕节市生态承载力指数最低。毕节市生态承载力最弱主要有两点,首先毕节市生态弹性力最弱,自然系统的支撑就不足;其次毕节市供给指数只有 0.046 2 而需求指数却达到 0.366 3,生态承载力需求远大于生态承载力供给,存在极

度的供需不平衡,制约了其经济社会的发展及城市化水平。六盘水市生态承载力为全省最强,综合所有指标看,在气候因素方面,六盘水市降水量居全省第三位,气温较低,年平均气温 13.5°C 只高出最低毕节市 1°C ,六盘水市良好的气候环境也使得水资源量非常充足,森林覆盖率仅次于贵阳市,人均水资源量达全省最大;在环境治理方面,六盘水市建成区绿化覆盖率全省第二,城市生活垃圾无害化处理率、饮用水源水质达标率均居全省第三;在经济发展方面,六盘水市丰富的自然资源为经济发展提供了基础条件,在三线建设的良好契机下迅速成长起来,经历矿业发展阶段后,又在自身良好的气候和自然条件下迅速实现转型,目前六盘水市人均GDP达到全省第三,第三产业占GDP比重也达全省第三。良好的气候、经济、环境治理条件为六盘水市生态承载力贡献了巨大力量,而六盘水市人口自然增长率主全省最低,区域面积小,且近年来六盘水市国有企业转型发展,人口外流,也成为六盘水生态承载力提高的因素。

(三)生态承载力建设对策

从上述评价与分析看,贵州省城市生态承载力整体较弱,城市生态环境还需进一步改善,城市生态承载力建设面临着诸多因素限制,在社会经济不断发展的今天,人们物质生活已经接近充盈,但是不可忽视的环境问题也成为人们关注的焦点。因此,应当科学合理地规划城市未来的发展蓝图,引导城市向健康、可持续发展方向前进,促进城市生态承载力的提高。为实现以上目标,提出以下建设对策:

1. 生态保护方面

加大生态保护力度,以保护促开发。贵州省是全国典型的喀斯特地貌区,喀斯特地区既是贵州省城市发展所面临的问题,同时也是贵州省城市发展的契机,喀斯特地区城市发展面临自然环境易破坏,被破坏生境恢复性差,且具连带性,开发过程中若不注意对环境的保护,后期治理将非常困难,且成本难以估量。但喀斯特地貌具有独特的观赏性,成为新时期下城市转型发展的有利因子。因此,在城市发展的过程中可采用生态观光的开发模式进行保护性开发,将有利于促进社会经济和生态的共同发展;同时根据贵州省城市的自然环境,还可以加大力度发展生态农业,既能促进经济发展,也能加速生态建设,促进城市生态良性循环。

2. 经济发展方面

调整产业结构,降低高能耗工业的比重。因贵州高能耗工业较多,如煤炭工业、钢铁工业、铝工业、磷化工业、电力工业等,使得万元GDP电耗和能耗都高,三废污染仍较为严重,这些严重阻碍了城市生态承载力的进一步发展,由此应调整产业结构,降低高能耗产业比重,加快低能耗产业的发展,如利用贵州的自然与人文资源,加快旅游业的发展,同时发展大健康产业,如养老、医药、山地运动等健康产业。

3. 社会发展方面

运用各种宣传媒体,加大宣传教育力度,让贵州省各个城市市民能够理解资源环境的功用与价值,让他们在日常生产生活中开发使用清洁能源,提高能源利用率,自觉摒弃不科学的生

产、生活方式,这样能够达到节能减排的目的,促进资源环境保护,有助于提高城市生态承载力。

三 结论与讨论

本研究在城市生态承载力的内涵上综合贵州省实际情况,从生态弹性力、生态承载力供给、生态承载力需求 3 个方面建立准则层,该准则层包含了气候、水文、植被覆盖、资源供给、环境治理、经济发展、社会进步、资源消耗、经济增长、环境破坏和人口压力 11 个因素层共 28 个指标,能比较科学的体现贵州省城市生态承载力的基本现状。

以贵州省城市生态承载力评价的相关因素建立评价指标体系,运用熵权法、生态承载力指数法等方法来对贵州省城市生态承载力现状进行分析,结果显示:贵州省城市生态承载力整体水平不高,生态承载力指数为弱承载。因此,贵州省城市在发展过程中还需进一步注重改善城市生态环境。

生态承载力的评价涉及多方面因素的多个指标,对各因素的评价全面要科学,且具有可操作性,不同研究者有不同的视角、思考和选择指标,计算方法的角度也各有见解,所以研究可能难以避免的存在一定主观性。因此合理科学的城市生态承载力评价指标体系、评价模型有待进一步探索。

参考文献:

- [1]Park R E, Burgess E W. Introduction to the Science of Sociology[M]. Chicago: University of Chicago Press, 1921.
- [2]Bailey J A, Principles of Wildlife Management. Tohn Wiley & Sons Inc[M]. New York, 1984.
- [3]Wackernagel M, Onisto L, Bello P, et al. Ecological Footprints Nations. Commissioned by the Earth Council for the Rio+5 Focum[Z]. International Council for Local Environmental Imtiatives, Toronto, 1997.
- [4]Erling Holden. Ecological Footprints and Sustainable Urban From [J]. Journal of housing and the Built Environment, 2004, 19(1): 91-109.
- [5]Yokohari M, Takeuchik, Watanabe T, et al. Beyond greenbelts and zoning A new planning concept for the environment of Asian mega-cities[J]. Landscape and Urban, 2000, 47: 159-171.
- [6]Frussa-Filho R, Fukushiro D F, C. L. Patti, et al. Assessment of motor function in rodents: behavioral models sharing simplicity and multifaceted applicability [M]//Andersen M L, Tufik S, eds. Rodent Model as Tools in Ethical Biomedical Research. Cham: Springer, 2016: 493-457.
- [7]Lee S E, Braithwaite P, Leach J M, et al. A comparison of energy systems in Birmingham, UK, with Masdar City, an embryonic city in Abu Dhabi Emirate[J]. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2016, 65: 1299-1309.
- [8]Krausmann F, Haberl H, Erb K H, et al. What determinges geographical patterns of the global human appropriation of net primary production? [J]Journal of Land Use Science, 2009, 4(1/2): 15-33.

- [9] Agostinho F, Pereira L. Support area as an indicator of environmental load: comparison between Embodied Energy, Ecological Footprint, and Emergy Accounting methods[J]. *Ecological Indicators*, 2013, 24: 494–503.
- [10] Onishi T. A capacity approach for sustainable urban development: an empirical study[J]. *Regional Studies*, 1994, 28(1): 39–51.
- [11] Jusup M, Klanjsek J. Estimating ecological carrying capacity for finfish mariculture, Abstracts of EcoSummit 2007: Ecological Complexity and Sustainability: Challenges & Opportunities for 21st Century's Ecology[Z]. Beijing: Ecological Society of China, 2007.
- [12] M Cuadra, J Björklund. Assessment of economic and ecological carrying capacity of agricultural crops in Nicaragua[J]. *Ecological Indicators*; 2007, 7(1): 133–149.
- [13] 杨贤智. 环境管理学[M]. 北京: 高等教育出版社, 1990.
- [14] 王家骥, 姚小红, 李京荣. 黑河流域生态承载力估测[J]. *环境科学研究*, 2000, 13(2): 44–48.
- [15] 徐琳瑜, 杨志峰, 李巍. 城市生态系统承载力理论与评价方法[J]. *生态学报*, 2005, 25(4): 771–777.
- [16] 顾康康, 刘景双, 陈昕, 等. 矿业城市生态承载力动态分析[J]. *自然资源学报*, 2008, 23(5): 841–848.
- [17] 殷培杰, 杜世勇, 白志鹏. 2008年山东省17城市生态承载力分析[J]. *环境科学学报*, 2011, 31(9): 2048–2057.
- [18] 马忠强, 汪林. 基于系统动力学的大连城市化进程中生态承载力模拟预测[J]. *中南林业科技大学学报*, 2013, 33(4): 70–75.
- [19] 安宝晟, 程国栋. 西藏生态足迹与承载力动态分析[J]. *生态学报*, 2014, 34(4): 1002–1009.
- [20] 杨志峰, 胡廷兰, 苏美蓉. 基于生态承载力的城市生态调控[J]. *生态学报*, 2007, 27(8): 3224–3231.
- [21] 王纪武, 李王鸣. 基于生态安全的城市生态功能区规划研究——以杭州西北部生态带为例[J]. *城市规划*, 2009, 33(3): 25–31.
- [22] 王维, 张涛, 王晓伟, 等. 长江经济带城市生态承载力时空格局研究[J]. *长江流域资源与环境*, 2017, 26(12): 1964–1971.
- [23] 裴鹰, 杨俊, 李冰心, 等. 城市边缘区生态承载力时空分异研究——以甘井子区为例[J]. *生态学报*, 2019, 39(5): 1–10.
- [24] 高太忠, 杨柳, 闫南娜, 等. 河北省综合环境承载力研究[J]. *金属矿山*, 2010, 45(2): 137–162.
- [25] 金悦, 陆兆华, 檀菲菲, 等. 典型资源型城市生态承载力评价[J]. *生态学报*, 2015, 35(14): 4852–4859.
- [26] 杨志峰, 胡廷兰, 苏美蓉. 基于生态承载力的城市生态调控[J]. *生态学报*, 2007, 27(8): 3224–3231.
- [27] 廖志高, 许明辉. 广西北部湾城市群生态承载力研究[J]. *地域研究与开发*, 2013, 32(5): 99–104.
- [28] 王建源, 陈艳春, 李曼华, 等. 基于能值分析的山东省生态足迹[J]. *生态学杂志*, 2007, 26(9): 1505–1510.
- [29] 秦趣, 冯维波, 梁振民, 等. 我国四大直辖市生态基础设施品质对比研究[J]. *华中师范大学学报: 自然科学版*, 2008, 42(3): 471–476.
- [30] 卢育红, 史宝娟. 唐山城市生态系统承载力评价[J]. *河北理工大学学报: 自然科学版*, 2009, 31(1): 102–105.
- [31] 汝绪伟, 武红智, 张青. 济南市城市生态承载力综合评价[J]. *山东科学*, 2013, 26(1): 87–92.
- [32] 朱玉林, 李明杰, 顾荣华. 基于压力-状态-响应模型的长株潭城市群生态承载力安全预警研究[J]. *长江流域资源与环境*, 2017, 26(12): 2057–2065.

- [33]孙桂平,元利,李琪琛.基于可持续发展视角的河北省武安市生态承载力研究[J].国土资源科技管理,2015,32(3):118-125.
- [34]秦趣,杨洪,杨翼.城市生态基础设施评价指标体系构建及应用——以贵州省六盘水市为例[J].热带地理,2015,35(2):235-241.
- [35]张凤太,苏维词,周继霞.基于熵权灰色关联分析的城市生态安全评价[J].生态学杂志,2008,27(7):1249-1254.
- [36]秦趣,代稳,陈志霞.我国城市生态系统健康评价综述[J].安全与环境工程,2014,21(4):96-100.
- [37]秦趣,代稳,张勇荣.基于灰色关联分析的城市生态系统健康评价[J].安徽大学学报:自然科学版,2014,38(4):102-108.

版权申明

为实现数字化转型升级,使本刊文献资源达到广泛传播和深度开发利用,由北京世纪超星信息技术发展有限责任公司提供“域出版”平台开展移动出版的有关事宜,如有异议,请在来稿时注明,本刊将作适当处理。

《国土资源科技管理》编辑部