

# 自然保护区周边社区居民生计状况的生态位适宜度评价

冯 茹, 宋 刚

(大连理工大学 21 世纪发展研究中心, 辽宁 大连 116024)

**摘 要:**将生态位适宜度理论引入到自然保护区周边社区居民生计可持续发展的定量评价中,并据此构建可持续生计的生态位适宜度模型。利用该模型选取多项能够反映现实生态位与最佳生态位之间耦合度的单项指标,构成经济生态位、社会生态位、环境生态位三大类独立的评价指标,用以评价自然保护区周边社区居民生计的可持续性。以白水江自然保护区周边 2 个社区为例,通过计算生态位适宜度,判断居民生计状况和生计的可持续性,并综合当地资源、环境、经济与社会条件,验证了生态位适宜度方法在评价居民生计状况方面的可行性。

**关键词:**自然保护区;生计状况;生态位适宜度;可持续发展

**中图分类号:**S759.9      **文献标志码:**A      **文章编号:**1001-7461(2010)03-0204-06

## Niche Fitness Evaluation on Resident's Livelihood Situation of Adjacent Communities of Nature Reserve

FENG Ru, SONG Gang

(Center for Development Studies on the 21<sup>st</sup>-Century, Dalian University of Technology, Dalian, Liaoning 116024, China)

**Abstract:** The theory of niche fitness was introduced to quantitatively assess the sustainable residents' livelihood of adjacent communities of nature reserve. The niche fitness model on residents' livelihood was established. The model was used to select single indices, which could reflect the coupling degree between the real niche and the best niche to compose three individual indicators: economic niche, social niche and environmental niche, and to evaluate resident's livelihood situation of adjacent communities of nature reserve. Taking two adjacent communities of nature reserve as examples, the niche fitness was calculated to judge the residents livelihood situation and the sustainability. Feasibilities of niche fitness methods in assessing the livelihood situations of the residents were testified by synthesizing the resources, environment, economic and social conditions.

**Key words:** nature reserve; livelihood situation; niche fitness; sustainable development

自然资源是人类赖以生存的物质基础,面对现在一些自然资源、文化资源以及动植物种类的稀缺,自然保护区的成立为稀缺资源的保护提供了有效的保障。同时,自然保护区的建立涵养水源、保持水土、改善环境和保持生态平衡等方面发挥了重要作用。

生态位是现代生态学的重要概念之一,是生态学中研究生物体之间竞争性、生物对环境适应性、生态系统多样性和稳定性等问题的重要理论<sup>[1]</sup>。1917年,生态学者 J. Grinnell 应用“生态位”(niche)一词

来表示对栖息地再划分的空间单位<sup>[2]</sup>。20 世纪 50 年代, Hutchinson<sup>[3]</sup>从空间和资源利用等方面考虑,提出“多维超体积”生态位概念,并且利用数学上的点集理论,把生态位看成是一个生物单位(个体、种群或物种)生存条件的总集合体。在 Grinnell、Elton、Hutchinson 等学者所建立的生态位理论的基础上,王刚、李自珍等 20 世纪 90 年代利用 Hutchinson 理论对生态位概念的数学抽象和适合性测定生态学边界的方法,建立了反映现实生境条件与最适生境条件的适宜性<sup>[4]</sup>,即现实资源位与其

最适资源位之间的贴近程度<sup>[5]</sup>。

然而,对于长久以来生活在保护区周边社区的居民来说,自然保护区的建立在一定程度上限制了他们的生产及生活。本研究所涉及的自然保护区周边社区是指生产、生活范围在保护区缓冲区、试验区内或外围,其地理位置与保护区毗邻的以自然村落为主的农村社区,这些社区的经济、资源利用方式与保护区内稀缺资源的保护密切相关。自然保护区周边社区居民为了整个社会的生态效益,放弃了自身经济快速发展的机会,导致了社区的贫困。据统计<sup>[6]</sup>,我国85%自然保护区处于老少边穷地区,40%自然保护区处于国家级贫困县内,区域占国土面积的15%。由于社区的贫困,保护区带来的效益和为发展经济做出贡献的潜力也是有限的。将生态位适宜度的评价方法引入到对自然保护区周边居民的生计状况研究中,将有利于解决周边社区的贫困问题,可以科学的引导居民选择可持续性发展的生计策略。

## 1 自然保护区周边社区居民生计现状及特点

### 1.1 自然保护区周边社区居民生计现状

自然保护区周边社区的范围一般划定在自然保护区边界外延3 km内。社区人口密度、居民的资源利用方式、生计策略等对自然保护区的影响是不容忽视的。这种影响可能有2种结果,一是自然保护区周边的资源通过居民的可持续利用,人与自然和谐发展,保护区周边社区成为自然保护区的屏障,社区居民自发的参与保护工作,有效地保护了当地的自然资源、生态资源;二是周边社区居民对社区内、外的土地、矿产、木材等自然资源过度开发利用,造成环境污染与破坏,对保护区构成了最直接的威胁,最终影响保护工作的完成<sup>[7]</sup>。自然保护区和周边社区的发展是相互影响、相互制约的关系,因此,周边社区居民生计方式的选择对自然资源的可持续利用、自然生态系统的维护等具有重要影响。

自然保护区周边社区居民的生计方式主要有农业、采集业、养殖业、外出打工等类型。在农业方面,一般种植水稻、小麦等粮食作物及蔬菜、瓜果、茶叶、烟草、花椒、棉花、甘蔗、核桃等经济作物。在采集业方面,对保护区边缘或试验区内的森林依赖性较强,经常在森林中采集木耳、蘑菇、中草药等林产品。居民的砍伐、采集行为满足了个人、家庭的经济需要,但却对自然保护区的自然生态系统造成了巨大的破坏<sup>[8]</sup>。在养殖业方面,饲养羊、牛、家禽、蜜蜂等,可

以利用保护区边缘的森林、草地提供的青草、花蜜,极大地降低了饲养成本、同时,出售肉、蛋、皮毛等增加自己的收入。社区居民有相当一部分人外出打工,他们大多是青壮年男性,通常从事简单的体力劳动来获得收入,这些工作技术含量较低、劳动量较大。

### 1.2 自然保护区周边社区居民生计的特点

1.2.1 生计方式单一 由于保护区周边社区所处的地理位置较偏远,保护区周边居民生计方式相对单一,大部分是传统型的农业。而且,在很长一段时间内居民选择的种植组合固定不变,仅以满足自家所需来生产,而以创收为目的的农业项目匮乏。

1.2.2 资源依赖性强 自然保护区周边社区的经济、社会生活对自然保护区资源的依赖性强。社区周边区域依托自然保护区地理位置,自然资源非常丰富,气候条件适宜。在改革开放以前,自然保护区还没有成立,居民任意的打猎、砍伐树木、采集林间产品等,这些生活、生产方式都已经成为人们对自然资源利用的习惯,对保护区的资源依赖性一直延续到今天。

1.2.3 可持续性差 保护区周边的居民在利用自然资源时,由于方法不科学,可能对资源的可持续性利用造成不可逆转的破坏。例如,社区内、外的薪柴林,由于居民以用柴为主,居民依靠自己的经验进行砍伐,大量的薪柴林被严重的破坏,甚至威胁到自然保护区的边缘。在水资源的利用方面,由于缺乏科学的指导,露天饮用、人畜公用等,也使得一些干净的水源遭到污染。

1.2.4 科技含量低 保护区周边居民生活的地理位置偏远,获得教育资源、信息资源相对缺乏,因此,人们对所拥有资源的利用方式不仅科技含量低,利用率不高,而且还造成大量资源浪费和环境污染。例如,在贵州一些周边社区种植楠竹,主要依靠出售楠竹,间歇制作竹篾,但是主要利用竹子的竹腰、竹干,而竹枝、竹叶、柱头、竹根都被丢弃。如果高新技术的指导可以将竹叶加工为竹饮料,不仅可以提高资源的利用效率,还可以增加居民的收入。同样,如果竹子作为纸浆的原料,竹子的90%以上可以被利用。

## 2 生态位适宜度理论及生态位适宜度模型

### 2.1 生态位适宜度理论

生态位是现代生态学的重要概念之一,是生态学中研究生物体之间竞争性、生物对环境适应性、生

态系统多样性和稳定性等问题的重要理论<sup>[1]</sup>。生态位界定了生物在环境中存在和发展的客观位置,各种生物因其独特生存方式而各自占据特有的生态小环境。生态位适宜度是“ $n$  维超体积”上的一种新的适合性测度,是生物学中的一个重要理论。但自该理论提出以来,基于该理论的研究多集中于农作物、自然资源和城市规划等方面,而应用于生计可持续性评价方面的研究却很少。

影响保护区周边社区居民生计问题的因素很多,但是在对其进行评估时并不能罗列所有的影响因素,同时也不能遗漏关键因素。在实地考察和查阅相关文献资料的基础上,选择能够反映社区生计生态位适宜度的指标。选择准确、合适的指标应遵循科学性原则、综合性原则<sup>[9]</sup>、系统性原则和可行性原则。

## 2.2 构建生态位适宜度评价指标体系

在现代化生产中,对资源的多目标开发和综合利用是自然资源利用的必然途径<sup>[10]</sup>。保护区周边社区居民生计问题涉及经济、社会、环境等多个方面,是一个相对复杂的生态系统,同时对相关的经济系统、社会系统和环境系统具有深刻的影响。根据 Hartmut Bossel<sup>[11]</sup>的观点,这个复杂的生态系统容纳了系统环境、系统要素、系统边际、系统结构以及要素的投入和产出等诸多方面(图 1)。保护区周边社区居民由于生产、生活范围的局限性,居民的生计选择受到可获得资源因素、政策因素、环境因素等多方面的制约,从而影响生计的可持续性。

图 1 生态系统结构图

Fig. 1 Ecological system structure

基于评价生计的可持续性,在建立模型时选取与周边社区居民生产、生活密切相关且能够反映经济、社会和生态环境方面的因子,构成保护区周边居民生计可持续性评价指标体系(表 1)。在指标体系中,有反映社区居民生活水平、教育支出等的经济指标,反映人口密度、文盲率等的社会指标,还有反映人均耕地面积、人均用柴量的生态环境指标。

表 1 自然保护区周边社区居民生计可持续性评价指标体系  
Table 1 Sustainability evaluation index system of resident's livelihood situation of adjacent communities of nature reserve

总体层	准则层	指标层	权重系数 ( $\beta_j$ )
生计可持续性评价指标体系	经济指标 ( $X_{1j}$ )	人均 GDP	( $X_{11}$ ) 0.14
		人均养殖业收入	( $X_{12}$ ) 0.05
		人均外出打工收入	( $X_{13}$ ) 0.12
		人均经济作物收入	( $X_{14}$ ) 0.04
		人均固定资产投资	( $X_{15}$ ) 0.25
		教育支出	( $X_{16}$ ) 0.15
	社会指标 ( $X_{2j}$ )	生产支出	( $X_{17}$ ) 0.25
		人口密度	( $X_{21}$ ) 0.04
		文盲率	( $X_{22}$ ) 0.09
		人均住房面积	( $X_{23}$ ) 0.09
		电视普及率/(每百人)	( $X_{24}$ ) 0.25
		人均离开居住地外出频率/月	( $X_{25}$ ) 0.16
	生态环境指标 ( $X_{3j}$ )	人均消耗林产品价值	( $X_{26}$ ) 0.37
		人均经济作物面积	( $X_{31}$ ) 0.21
		人均耕地面积	( $X_{32}$ ) 0.11
		电厂数目增加情况(%)	( $X_{33}$ ) 0.09
		自留林拥有百分比	( $X_{34}$ ) 0.31
		人均用柴数量	( $X_{35}$ ) 0.09
		人均消耗煤炭数量	( $X_{36}$ ) 0.19

## 2.3 居民生计生态位适宜度模型

由于采集到的数据往往具有不同的量纲,故利用如下公式进行标准化处理<sup>[12]</sup>:

$$X'_{ij} = \frac{X_{ij}}{X_{\max}} \quad (1)$$

式中: $X_{\max}$ 表示  $X_{ij}$  ( $i=1,2,\dots,m$ ) 中的最大值。将上述评价指标的  $n$  个因子进行分别标准化,记作  $X'_{i1}, X'_{i2} \dots X'_{im}$ ,社区居民生计相关因子的观测值构成  $n$  维生态向量: $X'_{ij} = (X'_{i1}, X'_{i2} \dots X'_{im})$  ( $i=1,2,3$ ),  $X'_{ij}$  ( $j=1,2,\dots,n$ ) 是因子  $j$  的现实生态位。这  $n$  个因子都有最适宜居民生计可持续发展的值,即最佳生态位。 $Z_{aj} = \max X'_{ij}$  ( $i=1,2,3,\dots,m$ ) ( $j=1,2,\dots,n$ ) ( $a=1,2,3$ ),  $Z_{aj}$  是  $j$  因子的最佳生态位。

$$F_i = \sum_{j=1}^n S_{ij} \quad (2)$$

$$S_{ij} = \beta_j \frac{X'_{ij}}{Z_{aj} + \max(|X'_{ij} - Z_{aj}|)} \quad (3)$$

上式中, $F_1$  表示经济指标的生态位适宜度, $F_2$  表示社会指标的生态位适宜度, $F_3$  表示生态环境指标的生态位适宜度。 $\beta_j$  为第  $j$  个生态因子的权重,反映了该因子对居民生计的生态位适应度的可持续程度。权重系数利用 AHP 分析法(层次分析法)来确定,在评价体系中将两两因子进行比较,按照重要程度予以赋值,得到两两分层比较矩阵,然后利用 AHP 的计算公式得出各因子的权重系数  $\beta_j$  (表 1)。

$$W = \sum_{i=1}^3 F_i \quad (4)$$

式中:  $W$  表示研究区域居民生计的生态适宜度, 其数值越大, 表明该地区居民生计的生态位适宜度越高, 即生计的可持续性越强, 当地居民生计方式不仅适合当代的发展要求, 还不影响后代的发展。

## 2.4 生计可持续性判别标准

通过大量调查数据对  $w$  值的验证, 周边社区居民生计生态位适宜度的数值在  $[0, 2]$  范围内, 根据居民生计可持续性的实证分析, 将居民生计的可持续性分为 4 个级别(表 2)。当生态位适宜度在  $[0, 0.5]$  内, 表明居民的生计是不可持续的, 即居民的生计策略不能长久发展, 资源依赖性强, 所拥有的资源单一且资源浪费严重, 抵抗外界冲击的能力弱<sup>[13]</sup>, 无法解决农户的发展问题; 当适宜度在  $[0.5, 1]$  范围内, 表明居民的生计是弱可持续发展的, 即居民生计策略中, 资源依赖度较高, 对所拥有资源的利用还不够充分, 但有发展的空间, 如果科学引导、改进, 将更有效的解决居民生存、发展问题; 当适宜度在  $[1, 1.5]$  范围内, 表明居民的生计是可持续发展的, 即居民生计策略中, 居民可以较合理的配置和利用所拥有的资源, 资源利用效率较高, 在不破坏保护区自然环境的条件下, 提高家庭的生活水平; 当适宜度在  $[1.5, 2]$  范围内, 表明居民的生计是强可持续发展的, 即居民的生计策略或生计组合可以长期发展, 并已达到人与自然和谐发展的程度, 居民的生计方式不仅可以充分利用各种资源, 改善自我的经济条件, 还可以促进保护区自然资源的有效保护, 加大对外自然保护意识的辐射。

表 2 生计可持续性的判别标准

Table 2 Evaluation standard of livelihood sustainability

可持续性分值	$[0, 0.5]$	$[0.5, 1]$	$[1, 1.5]$	$[1.5, 2]$
生计的类别	不可持续	弱可持续	可持续	强可持续

因此, 当保护区周边居民生计的生态位适宜度在  $[0, 1]$  范围内, 数值越接近 0, 表明当地居民生计的可持续性越弱, 对资源的依赖性较强, 抵御风险的能力差; 相反, 当生态位适宜度在  $[1, 2]$  的范围内, 数值越靠近 2, 表明当地居民的生计方式可持续性越强, 发展前景广阔。

## 3 实证分析—白水江自然保护区周边社区居民生计生态位适宜度

### 3.1 研究地概况

白水江国家级自然保护区位于岷山山系的摩天岭北坡和西秦岭山地的红铜河流域<sup>[14]</sup>, 保护区周边社区居民的生计方式主要有农业、采集业、养殖业与外出打工。文县铁楼乡阳尕山村距离保护区的核心

区 1 000 m, 受气候影响, 该村常年阴雨, 温度偏低, 土地贫瘠, 导致庄稼不易成熟。该村属于藏汉杂居村, 农户教育程度普遍较低, 外出打工的人很少, 人均粮食占有量仅为  $150 \sim 200 \text{ kg} \cdot \text{a}^{-1}$ 。为补贴日常生活需要, 农户经常进入保护区砍伐木材、挖药、采集嫩芽、水蕨等林产品, 居民的生计行为对森林有极强的依赖性。文县碧口镇李子坝村位于甘川两省交界处, 海拔  $800 \sim 1\,200 \text{ m}$ , 年均气温  $17^\circ\text{C}$ , 年均降水量  $800 \text{ mm}$  以上, 属亚热带气候, 山高林密, 水资源充足。李子坝是甘肃省茶叶的发源地, 被誉为“陇上茶乡”, 森林茂密, 远离城镇, 无污染, 生产茶叶有着得天独厚的自然优势。

### 3.2 生态位适宜度的计算

在研究区进行了 200 份抽样调查, 根据调查结果, 计算 2 个村庄的生计生态位适宜度。对采集的数据进行标准化处理, 得到 2 个村子的现实生态位 ( $X_{aj}$ ) 和最适生态位(表 3)。将标准化后的数据代入公式(2)、(3)、(4)中处理, 计算出经济指标生态位适宜度、社会指标生态位适宜度以及生态环境指标生态位适宜度, 最终得到 2 个村子居民生计的生态位适宜度, 李子坝和阳尕山分别为 1.461 和 0.957(表 4)。

### 3.3 结果与分析

根据生计可持续性的判别标准(表 2), 李子坝居民的生计状况是可持续发展的, 而阳尕山居民的生计是弱可持续发展的。即李子坝居民生计可持续性高于阳尕山居民。

表 3 李子坝、阳尕山的现实生态位和最适生态位

Table 3 Real niche and suitable niche of Liziba and Yanggashan

准则层	指标层	李子坝	阳尕山	最适生态位
$X_{1j}$	$X'_{11}$	1.000	0.297	1
	$X'_{12}$	0.217	1.000	1
	$X'_{13}$	0.285	1.000	1
	$X'_{14}$	1.000	0.005	1
	$X'_{15}$	1.000	0.116	1
	$X'_{16}$	0.604	1.000	1
	$X'_{17}$	1.000	0.423	1
$X_{2j}$	$X'_{21}$	1.000	0.549	1
	$X'_{22}$	0.377	1.000	1
	$X'_{23}$	1.000	0.521	1
	$X'_{24}$	1.000	0.501	1
	$X'_{25}$	1.000	0.625	1
	$X'_{26}$	1.000	0.937	1
	$X'_{31}$	1.000	0.033	1
	$X'_{32}$	1.000	0.185	1
	$X'_{33}$	0.200	1.000	1
$X_{3j}$	$X'_{34}$	1.000	0.291	1
	$X'_{35}$	1.000	0.830	1
	$X'_{36}$	0.484	1.000	1

表 4 李子坝、阳尕山的生计生态位适宜度

Table 4 Livelihood niche fitness of Liziba and Yanggashan

准则层	指标层	李子坝	阳尕山
经济指标 ( $S_{1j}$ )	人均 GDP	0.045	0.013
	人均养殖业收入	0.006	0.028
	人均外出打工收入	0.019	0.067
	人均经济作物收入	0.073	0.000
	人均固定资产投资	0.123	0.014
	教育支出	0.051	0.084
	生产支出	0.140	0.059
	经济指标的生态位适宜度( $F_1$ )	0.458	0.267
社会指标 ( $S_{2j}$ )	人口密度	0.025	0.014
	文盲率	0.021	0.055
	人均住房面积	0.055	0.029
	电视机普及率/每百人	0.154	0.077
	人均离开居住地外出频率/月	0.099	0.062
	社会指标的生态位适宜度( $F_2$ )	0.354	0.237
生态环境指标 ( $S_{3j}$ )	人均消耗林产品价值	0.228	0.214
	人均经济作物面积	0.107	0.003
	人均耕地面积	0.056	0.010
	电厂数目的增加情况	0.009	0.046
	自留林拥有的百分比	0.158	0.046
	人均用柴数量	0.046	0.038
	人均消耗煤炭数量	0.047	0.097
	生态环境生态位适宜度( $F_3$ )	0.650	0.453
W		1.461	0.957

根据图 2,在不受其他因子影响的条件下,当生计的生态位适宜度增大时,社会、经济的总效用也在呈比例增大。根据 2 个村子的实测,阳尕山的生态位适宜度是  $W_1$ ,经济、社会总效用为  $U_1$ ;李子坝的生态位适宜度和总效用分别为  $W_2$ 、 $U_2$ 。由图 2 可以看出, $W_2 > W_1$ , $U_2 > U_1$ ,即李子坝的经济、社会效用大于阳尕山。

图 2 效用—生态位适宜度关系模型

Fig. 2 Utility-niche fitness relationship model

在实际中,李子坝居民依托环境保护、依靠茶产业及附带产业发展来生存,生计的可持续性较强。茶叶是该村的支柱产业,现已建成的茶园约 200  $hm^2$ ,全村农户由过去传统的“粮农”转型为“茶农”。以前,李子坝的村民为解决生活的能源问题,从保护区的森林中砍伐大量林木作为生火用材,造成森林

资源严重破坏。植被的减少导致局部小气候改变,茶叶质量与产量明显下降,当地产茶为主要的经济来源受到很大影响。居民自发的组织森林巡护队,主动保护环境,间接利用保护区的自然资源,这样的发展模式推动了居民生计选择的可持续。

生态环境系统有一定的承载范围,超过环境承载力,系统将会发生灾变,生态与环境在恶化以后也无法进行修复<sup>[15]</sup>。阳尕山居民生计状况是弱可持续,即居民对森林依赖性强,资源利用率相对较差,居民为了日常生活,粗放型的利用资源,大量未利用或未完全利用的资源被抛弃在田野、荒地。居民依然采用传统的“农耕”或采集林间产品获得收入,他们对自然资源的保护是被动的,没有意识到生产环境的重要性,在经济发展的要求下,对资源的开发不够合理,自然资源、矿产资源遭到不可逆转的破坏。当地居民文盲率较高,不利于科学、持续的开展经济生产,极大地限制了居民可持续生计的选择。因此,为推动农村经济发展,应该全面实施循环经济模式,合理利用资源,保护生态环境,推进技术创新,提高生态、社会及经济效益<sup>[16]</sup>。

## 4 展望

通过利用生态位适宜度评价模型对自然保护区周边社区居民的生计水平的分析,验证了在居民生计可持续性评价中引入生态位适宜度这一模型是有效、可行的,而且该模型的引入也为今后的研究提供了良好的平台:①可以有效的判别目标地的生计状况;②分析保护区周边居民发展的限制因素;③促进、推动自然保护区的保护工作;④解决周边居民的贫困问题;⑤为协调自然保护区与周边居民关系提供科学依据。

对于进一步研究,应该从以下 3 个方面考虑。(1)丰富与充实农村居民生计研究的方法。方法研究是支撑实践应用的重要基础,详细、深入地进行农村生计理论研究对于更有效地进行资源利用、分配方式选择与评价以及区域可持续发展研究具有重要的指导意义。(2)进一步改善 AHP 法在权重中的运用,优化居民生计的评价方法。获取有效的数据信息、选择科学的评价指标是科学运用 AHP 分析法的基础。AHP 法在确定指标权重的过程中,将思维过程条理化、数量化,便于计算,容易被人们所接受,但其结构受主观影响较大,判断过程不够精准。因此,在今后的研究中应将专家打分法、主成分分析法与 AHP 法结合,提高权重确定的科学性和准确性。(3)建立完善的资源利用方式与居民生计的评价体系。评价指标体系应能够全面反映可持续发展

的各个方面,并使评价目标和评价指标有机联系起来,形成一个层次分明的整体<sup>[17]</sup>。

农村社区的可持续发展要求当地政府和相关管理人员尽可能地掌握其所在区域的资源利用方式与可持续生计状况,而这需要建立一套科学化、信息化的评价体系来实现。该体系在详实的数据分析的基础上,能够综合当地的资源、环境、经济和社会状况,及时反映出居民的生计状况。

### 参考文献:

[1] 许芳,李建华. 企业生态位原理及模型研究[J]. 中国软科学, 2005(5):130-139.  
XU F, LI J H. Study of principle and model of enterprise Niche[J]. China Soft Science, 2005(5):130-139.

[2] GRINNELL J. The niche-relationships of the California thrasher [J]. The Auk, 1917, 34(3):427-433.

[3] HUTCHISON G E. Concluding remarks [J]. Cold Spring Harbor Symposia on Quantitative Biology, 1957, 22: 415-427.

[4] 谭萌佳,严力蛟,李华斌. 城市人居环境质量定量评价的生态位适宜度模型及其应用[J]. 科技通报, 2007, 23(3):439-445.  
TAN M J, YAN L J, LI H B. Niche fitness model for the quantitative evaluation of the environment quality of the urban human settlement [J]. Bulletin of Science and Technology, 2007, 23(3):439-445.

[5] 林红,李自珍. 半干旱区作物生态位适宜度模型及水肥调控试验结果的定量分析[J]. 兰州大学学报:自然科学版, 1998, 34(1):100-105.  
LIN H, LI Z Z. The niche fitness model of crop in semi arid regions and the quantitative analysis of the results of water fertilizer regulation experiment [J]. Journal of Lanzhou University: Natural Science Edition, 1998, 34(1):100-105.

[6] 徐凡. 白水江自然保护区人口-资源承载力研究[J]. 安徽农业科学, 2007, 35(7):2163-2164.

[7] 李星群,文军. 自然保护区周边社区居民对保护区依赖与态度的关系研究[J]. 中南林业调查规划, 2008, 27(3):45-49.  
LI X Q, WEN J. Study on peripheral community residents dependence and attitude to nature reserves [J]. Central South Forest Inventory and Planning, 2008, 27(3):45-49.

[8] 郭自叶. 梵净山自然保护区的保护与周边社区发展的研究 [D]. 贵阳:贵州师范大学, 2007.  
GUO Z Y. Study on the protection of the Fanjing Mountain Nature Reserve and the development of its ambient communities [D]. Guiyang: Guizhou Normal University, 2007.

[9] 肖泽忱,布仁仓,胡远满. 对我国林业政策绩效评价体系的思考 [J]. 西北林学院学报, 2009, 24(3): 224-228.

XIAO Z C, BU R C, HU Y M. Thought about the system of forestry policy performance evaluation in China [J]. Journal of Northwest Forestry University, 2009, 24(3): 224-228.

[10] 钟水映,简新华. 人口、资源与环境经济学[M]. 北京:科学出版社, 2005.  
ZHONG S Y, JIAN X H. Population resource environmental economics [M]. Beijing: Science Press, 2005.

[11] HARTMUT B. Indicators for sustainable development; Theory, method, applications [R]. A Report to the Balaton Group, 1999. 20-39.

[12] 纪秋颖,林健. 高校生态位适宜度的数学模型及其应用[J]. 北京航空航天大学学报:社会科学版, 2006, 19(4):69-71.  
JI Q Y, LIN J. Niche fitness model of colleges and universities and its application [J]. Journal of Beijing University of Aeronautics and Astronautics: Social Sciences Edition, 2006, 19(4):69-71.

[13] 贾亚娟,沈发云,李阳. 自然保护区林缘社区能源需求分析与研究——以甘肃白水江国家级自然保护区为例[J]. 干旱区资源与环境, 2007(2):123-128.  
JIA Y J, SHEN F Y, LI Y. The energy demand analysis and the study of the community on edge of forest in nature reserve——The example of Baishuijiang Nature Reserve in Gansu Province [J]. Journal of Arid Land Resources and Environment, 2007(2):123-128.

[14] 任继文. 甘肃白水江国家级自然保护区种子植物属的分布区类型及特征[J]. 西北林学院学报, 2009, 24(1): 22-24.  
REN J W. Distributed types and characteristic of seeding flora in Baishuijiang National Nature Reserve in Gansu [J]. Journal of Northwest Forestry University, 2009, 24(1): 22-24.

[15] 岳明,李敏强. 海岸带生态经济耦合系统可持续发展研究 [J]. 科学管理研究, 2008, 26(2):65-67.  
YUE M, LI M Q. Sustainable development research of eco-environment system in coastal area [J]. Scientific Management Research, 2008, 26(2):65-67.

[16] 李虹,王靖添. 产业共生循环经济村镇模式研究——以河南新乡七里营镇为例[J]. 农业经济问题, 2008(6):58-63.  
LI H, WANG J T. Study on the symbiosis recycling economy rural mode——Case of Qiliying in Xinxiang, Henan [J]. Issues in Agricultural Economy, 2008(6):58-63.

[17] 王小完,骆正山. 如何构建资源可持续发展评价指标体系 [J]. 技术与创新管理, 2004, 25(2):18-20.  
WANG X W, LUO Z S. How to construct the assessment system on the sustainable development of resources [J]. Technology and Innovation Management, 2004, 25(2):18-20.