

农村聚落生态系统健康评价初探^{*}

周秋文¹, 苏维词^{1,2}, 张婕¹, 关冰¹

(1. 重庆师范大学地理科学学院, 重庆 400047; 2. 贵州科学院山地资源研究所, 贵阳 550001)

摘要:本着科学性、可操作性的原则, 构建农村聚落生态系统健康评价指标体系, 参考新农村、农村全面小康等标准作为评价标准, 并将评价等级分为一级至五级, 而不是直接认为健康或不健康, 用层次分析法确定各指标的权重, 进而用模糊数学法构建评价模型, 从而形成了一套完整的农村聚落生态系统健康评价方法。最后在 firsthand 调研数据基础上用此评价方法对一个自然村进行生态系统健康评价, 得出东井村在活力和组织结构方面属于三级, 恢复力和服务功能两个评价要素处于最低级别, 东井村农村聚落生态系统健康状况总体上属于三级。

关键词:农村聚落; 生态系统评价; 指标体系; 东井村

中图分类号: X171; F323.22

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2009)05-0121-06

Preliminary Research on Ecosystem Health Assessment of the Rural Habitat

ZHOU Qiu-wen¹, SU Wei-ci^{1,2}, ZHANG Jie¹, GUAN Bing¹

(1. Geographic Science School of Chongqing Normal University, Chongqing 400047, China; 2. Mountainous Resources Research Institute of Guizhou Academy of Sciences, Guiyang 550001, China)

Abstract: According to scientific and operational principles, this paper constructed the ecosystem health evaluation index system of the rural habitat and took the reference of the new countryside, the all-round well-off standard of the new countryside as the evaluation criteria; the evaluation level is divided into iv - (九), rather than directly consider it healthy or unhealthy, using the Analytic Hierarchy Process to determine weights, and then using the way of the fuzzy mathematics to build an evaluation model. therefore, there is a perfect ecosystem health evaluation method of the rural habitat. Finally, based on the first-hand research data, this paper made use of this evaluation method and did an assessment on a rural habitat, the conclusion is that the vitality and the organizational structure of the Dongjing Village belong to the (四)level, the two elements of the recovery ability and the service functions are staying at the lowest level, generally speaking, the ecosystem health condition of the Dongjing Village is staying at the (四)level.

Key words: rural habitat; ecosystem; assessment; indexes system; Dongjing Village

20 世纪 80 年代末提出的“生态系统健康”概念, 目前已成为生态学领域的研究热点之一^[1-2]。Rapport 认为生态系统健康是以符合适宜的目标为标准来定义的一个生态系统的状态、条件或表现^[3], 即生态系统健康应该包括两方面的内涵, 即满足人类社会合理要求的能力以及生态系统本身自我维持与更新的能力, 生态系统健康的概念不单纯是一个生态学上的定义, 而是一个将自然- 社会经济- 人类健康三个领域整合在一起的综合性定义。

20 世纪 90 年代以来, 人们对生态系统健康的研究越来越深入, 取得了许多可喜的成果^[4-5]。可以说, 到目前为止, 对几乎所有的生态系统类型健康都进行过研究和评价, 而农村聚落生态系统健康很少有涉及, 其原因主要有两方面, 一方面由于人们对城市生态环境的重视程度高于农村生态环境, 另一方面因为农村聚落生态系统的概念尚不是很明确。随着各种不可持续的生产与生活消费方式对环境反作用日益加强, 农村聚落生态系统健康理应受到人们

* 收稿日期: 2009-03-07

基金项目: 国家 973 计划专题项目(2006CB403204); 贵州省科技攻关计划(黔科合 S 字[2007]1018); 重庆师范大学人文地理学重点学科计划

作者简介: 周秋文(1986-), 男, 广西桂林人, 硕士研究生, 主要从事区域生态环境与可持续发展研究。E-mail: zouqiuwen@163.com

的重视。该文以农村实地调查为基础,力图形成一套科学合理且操作性强的农村聚落生态系统评价指标体系和评价方法。

1 农村聚落生态系统相关观念和研究进展

与城市生态研究相比,农村聚落生态研究相对滞后,尚缺乏公认的理论体系,因此有必要对农村聚落生态研究的相关理论体系进行阐述。由于西方发达国家农村生态问题不太受关注,虽然它们在生态学研究众多领域具有领先优势,也运用生态学原理做过一些农村聚落资源利用与可持续发展的相关研究^[6-7],但是并未提出农村聚落生态学这一概念,也未形成完整的理论体系。近几十年来我国学者对农村聚落生态研究进行了一些有益的尝试并取得了一些成果。20 世纪 80 年代起云正明、王智平、周道玮等先后进行了一系列的研究,但是对农村聚落生态研究的相关概念称呼不一,研究内容和研究尺度方面也有差别^[8-10]。刘邵权和陈勇等进行了系统的研究^[11-13],提出了“农村聚落生态学”和“农村聚落生态系统”的概念,认为农村聚落生态学以农村聚落复合生态系统为研究对象,运用生态学的理论与方法,系统研究农村聚落的结构、功能及演替过程,它是生态学中人类生态学的一个分支学科。农村聚落生态学的研究尺度是一个有大尺度、中尺度和小尺度组成的尺度序列,其最基本的研究尺度应为自然村或行政村范围的复合生态系统,主要根据研究的目的来选取适宜的尺度。如进行聚落分区或者聚落生态区划,就相应以大尺度的农村聚落组合群进行研究较为适宜;而进行典型案例研究,则以其最基本的尺度较为适宜。本文选取自然村为研究尺度,对农村聚落生态系统评价进行研究。

2 农村聚落生态系统健康评价

2.1 指标体系的构建

生态系统健康是指一个生态系统所具有的稳定性和可持续性,即在时间上具有维持其组织结构、自我调节和对胁迫的恢复能力。生态系统健康可从活力、恢复力、组织结构、生态系统服务功能的维持、管理选择、外部输入减少、对邻近系统的影响及人类健康影响等 8 个方面衡量^[14]。与城市生态系统一样,农村聚落生态系统受人类扰动也比较大,成为自然-社会-经济复合生态系统,在这个系统中人占有重要地位,要考虑生态系统的服务功能和人类健康,

因此该文选择生态系统的活力、恢复力、组织结构、服务功能这四个方面来评价农村聚落生态系统的健康状况。

目前常见的生态系统健康评价方法包括指示物种法和指标体系法,前者较适合于自然生态系统的评价。在此本文通过指标体系来反映农村聚落生态系统健康状况,从活力、恢复力、组织结构、生态系统服务功能这四个方面来评价农村聚落生态系统的健康状况,着重突出农村聚落自然环境状况、耕地生产能力、农民收入状况和物质文化生活水平,本着科学性、可操作性的原则,构建农村聚落生态系统健康评价指标体系(表 1)。

2.2 评价标准的确定

目前学术界尚无公认的评价标准可供借鉴。在城市生态系统健康评价中,一般将生态系统健康水平分成五个等级,即病态、不健康、亚健康、健康、很健康,但是实际上生态系统健康与否是个不太确定的概念,受人类需求的主观影响较大,评价结果往往与人们的主观感受和实际情况有所差别,许多研究成果中得出的评价结果都是亚健康。因此本文主张将农村聚落生态系统健康水平划分成一级至五级,从一级开始健康水平逐渐降低,这样可以减少评价结果与人们的主观感受和实际情况的冲突,具有较大的参考意义。参照标准方面,本文主要以农村全面小康、生态村、新农村建设的标准值作为一级的参考值,以全国相关指标的最低值作为五级的临界值^[15-16],在一级和五级间以模糊划分的方式得出二级、三级、四级的界值(表 1)。

2.3 指标权重

迄今为止,对权重的确定问题已进行了大量的研究,有以研究人员的实践经验和主观判断为主来确定权重的,如层次分析法等,也有用各种数学方法为主来确定权重的,如熵权法等。鉴于层次分析法是定性定量相结合,具有相对较高的逻辑性、系统性和实用性,本文采用层次分析法来确定各影响因素的权重^[17]。实际操作中,首先请相关专家、政府官员及村民代表填写各指标权重的判断矩阵,再采用和法计算指标的权重,具体步骤如下:^①将判断矩阵每一列归一化;^②将每一列归一化的判断矩阵按行相加得到向量;^③对向量做归一化处理,依次得到的列向量即为所求特征向量;^④计算判断矩阵的最大特征根;^⑤对判断矩阵进行一致性检验,得到各个评价指标对上一层的权重以及各要素对目标层的权重(表 2)。

表 1 农村聚落生态系统评价指标体系及分级标准

要素层	指标层	一级	二级	三级	四级	五级
活 力	X_1 光能利用率/ %	> 0.8	0.8~ 0.6	0.6~ 0.4	0.4~ 0.2	0.2~ 0
	X_2 土壤侵蚀相对强度	< 1.0	1.0~ 2.0	2.0~ 4.0	4.0~ 8.0	≥8.0
	X_3 森林覆盖率/ %	> 23	15~ 10	10~ 5	5~ 3	3~ 0
	X_4 生活用水保证度	1.0~ 0.95	0.95~ 0.9	0.9~ 08	0.8~ 0.6	0.6~ 0
	X_5 人口密度/(人· km ⁻²)	< 100	100~ 300	300~ 500	500~ 700	≥700
	X_6 人口自然增长率/ ‰	< 5	6.5~ 8	8~ 9.5	9.5~ 11	≥11
	X_7 人均纯收入/ 元	> 6000	6000~ 4500	4500~ 3000	3000~ 1700	1700~ 0
	X_8 对外交通状况	二级公路	三级公路	四级公路	乡村公路	无公路
	X_9 人均耕地面积/ hm ²	> 0.15	0.15~ 0.13	0.13~ 0.11	0.11~ 0.08	0.08~ 0
	X_{10} 每劳动力有农机动力/ kW	> 2.5	2.5~ 2.0	2.0~ 1.0	1.0~ 0.5	0.5~ 0
	X_{11} 人均教育年限/ a	> 9	9~ 8	8~ 7	7~ 6	6~ 0
组织结构	X_{12} 有效灌溉耕地比重/ %	> 90	80~ 70	70~ 60	60~ 50	50~ 0
	X_{13} 恩格尔系数/ %	< 40	40~ 45	45~ 55	55~ 60	≥60
	X_{14} 基尼系数	< 0.2	0.2~ 0.25	0.25~ 0.35	0.35~ 0.4	≥0.4
	X_{15} 闲置房屋比重/ %	< 10	10~ 20	20~ 30	30~ 40	≥50
	X_{16} 非主营农业人口比重/ %	> 40	40~ 30	30~ 20	20~ 10	10~ 0
	X_{17} 产出稳定性	> 5	5~ 4	4~ 3	3~ 2	2~ 1
	X_{18} 人均文化娱乐支出比重/ %	> 7	7~ 5.5	5.5~ 4	4~ 2.5	2.5~ 0
	X_{19} 常用耕地面积增幅/ %	> 3	3~ 1.5	1.5~ 0	0~ - 1.5	≤- 1.5
恢复力	X_{20} 秸秆还田率/ %	> 70	70~ 55	55~ 40	40~ 25	25~ 0
	X_{21} 耕地农药用量/(t· hm ⁻²)	< 0.5	0.5~ 1.5	1.5~ 3	3~ 4.5	≥4.5
	X_{22} 耕地化肥用量/(kg· hm ⁻²)	< 280	280~ 350	350~ 400	400~ 450	≥450
	X_{23} 人均沼气池容积/ m ³	> 2.0	2~ 1.5	1.5~ 1.0	1.0~ 0.5	0.5~ 0
	X_{24} 百人拥有垃圾池容积/ m ³	> 8	8~ 6	6~ 4	4~ 2	≤2
	X_{25} 人均用电量/(kW· h)	> 250	250~ 200	200~ 150	150~ 100	100~ 0
	X_{26} 劳动力技术培训时间/ d	> 3.5	3.5~ 2.5	2.5~ 1.5	1.5~ 0.5	0.5~ 0
服务功能	X_{27} 楼房比重/ %	> 80	80~ 70	70~ 50	50~ 40	40~ 0
	X_{28} 人均居住面积/ m ²	> 40	40~ 35	35~ 25	25~ 15	15~ 0
	X_{29} 百人治安事件数/ 件	< 2	2~ 4	4~ 6	6~ 8	> 8
	X_{30} 农村养老保险覆盖率/ %	> 60	60~ 40	40~ 20	20~ 5	5~ 0
	X_{31} 百人拥有电话数/ 部	> 40	40~ 30	30~ 20	20~ 10	10~ 0
	X_{32} 百人开通有线电视数/ 户	> 20	20~ 15	15~ 10	10~ 5	5~ 0
	X_{33} 人均公共活动场所/ m ²	> 10	10~ 7	7~ 4	4~ 1	1~ 0
	X_{34} 万人拥有医生数/ 人	> 20	20~ 15	15~ 10	10~ 5	5~ 0
	X_{35} 人均期望寿命/ 岁	> 75	75~ 72.5	72.5~ 70	70~ 67.5	65.5~ 0

对上表中一些不易理解的指标做如下解释:
土壤侵蚀相对强度, 其表达式为^[11]:
$$I_s = (\sum_{i=1}^k E_i) / (\sum_{i=1}^k E_{i允})$$

式中: E_i ——第 i 种土地利用方式所产生侵蚀量;
 $E_{i允}$ ——聚落内第 i 类土壤允许侵蚀量。该指标是充分考虑各种土壤可蚀性和允许侵蚀量基础上的相对强度, 可以更好地评价一个区域土壤侵蚀状况。
生活用水保证度指聚落居民在便利用水距离内, 生活用水能稳定供给日数占全年的比重。其中

“便利用水距离”没有绝对标准, 以居民的主观感受和全国各地农村用水状况为参考。
产出稳定性, 其表达式为^[18]:
$$T = [N(N-1)] / [\sum_{i=1}^k n_i(n_i-1)]$$

式中: N ——聚落总收入; n_i ——第 i 个子系统的收入; k ——子系统数量。为使 T 值具可比性, 将农村聚落生产系统分为农业、畜牧业、林业、渔业、副业、工业、建筑业、运输业、商业服务业 9 个子系统, k 值为 9。该指数是由群落生态学中多样性指数借用过来,

反映聚落自我调控能力、生产网络复杂程度和能路指数高低, T 值变化范围趋近于 $[1, 9]$, T 值愈大, 生产系统多样性程度愈高, 因此抗风险能力愈强, 稳定性也愈好。

常用耕地面积增幅: 常用耕地包括基本农田和

虽然不属基本农田, 但农民连续耕作 3 a 以上且计划长期经营的耕地, 它比基本农田指标更能体现农村聚落实有耕地情况。常用耕地面积增幅反映常用耕地增长的情况, 由当年常用耕地增加面积除以原有常用耕地面积得出。

表 2 农村聚落生态系统健康评价指标权重

活力 0.326		组织结构 0.175		恢复力 0.285		服务功能 0.214	
指标序号	权重	指标序号	权重	指标序号	权重	指标序号	权重
X_1	0.054	X_{12}	0.048	X_{20}	0.097	X_{27}	0.109
X_2	0.106	X_{13}	0.242	X_{21}	0.131	X_{28}	0.124
X_3	0.054	X_{14}	0.143	X_{22}	0.147	X_{29}	0.076
X_4	0.185	X_{15}	0.027	X_{23}	0.121	X_{30}	0.130
X_5	0.065	X_{16}	0.050	X_{24}	0.094	X_{31}	0.083
X_6	0.085	X_{17}	0.164	X_{25}	0.187	X_{32}	0.076
X_7	0.193	X_{18}	0.245	X_{26}	0.222	X_{33}	0.093
X_8	0.037	X_{19}	0.081			X_{34}	0.149
X_9	0.077					X_{35}	0.160
X_{10}	0.049						
X_{11}	0.095						

2.4 评价模型

农村聚落生态系统健康状况或好或坏都不是绝对的, 它只是一个相对的概念, 很难对某生态系统是否健康作出明确的结论。因此农村聚落生态系统健康与否可以作为一个模糊问题来处理。在此采用模糊数学的概念和方法建立农村聚落生态系统健康评价模型: $A = W \times R$, 式中, A 为农村聚落生态系统健康评价的结果, 即概率值; W 为四个评价要素对评价结果 A 的权重矩阵, $W = (W_1, W_2, W_3, W_4)$; R 是各生态系统健康评价要素对各级健康标准的隶属度矩阵。

$$R = \begin{bmatrix} R_{11} & R_{12} & R_{13} & R_{14} & R_{15} \\ R_{21} & R_{22} & R_{23} & R_{24} & R_{25} \\ R_{31} & R_{32} & R_{33} & R_{34} & R_{35} \\ R_{41} & R_{42} & R_{43} & R_{44} & R_{45} \end{bmatrix}$$
$$R_{ij} = (W_{i1}, W_{i2}, \dots, W_{ik}) \begin{bmatrix} r_{1j} \\ r_{2j} \\ \vdots \\ r_{kj} \end{bmatrix}$$

式中: R_{ij} ——第 i 个评价要素对第 j 标准的隶属度; W_{ik} ——第 i 个评价要素中对第 k 个指标所赋予的权重; r_{kj} ——第 k 个指标对第 j 标准的隶属度, 其计算公式对正向指标和负向指标有所不同。

正向指标的计算公式为

当 $x_i \geq s_{i,1}$ 时,

$$r_{i1} = 1, r_{i2} = r_{i3} = r_{i4} = r_{i5} = 0$$

当 $s_{i,j} \geq x_i \geq s_{i,j+1}$ 时,

(1)

$$r_{i,j+1} = \frac{S_{i,j} - x_i}{S_{i,j} - S_{i,j+1}}, r_{i,j} = 1 - \frac{S_{i,j} - x_i}{S_{i,j} - S_{i,j+1}}$$

(2)

当 $x_i \leq s_{i,5}$ 时,

$$r_{i5} = 1, r_{i1} = r_{i2} = r_{i3} = r_{i4} = 0$$

(3)

负向指标的计算公式为

当 $x_i \leq s_{i,1}$ 时,

$$r_{i1} = 1, r_{i2} = r_{i3} = r_{i4} = r_{i5} = 0$$

(4)

当 $s_{i,j} \leq x_i \leq s_{i,j+1}$ 时,

$$r_{i,j+1} = \frac{x_i - S_{i,j}}{S_{i,j+1} - S_{i,j}}, r_{i,j} = 1 - \frac{x_i - S_{i,j}}{S_{i,j+1} - S_{i,j}}$$

(5)

当 $x_i \geq s_{i,5}$ 时,

$$r_{i5} = 1, r_{i1} = r_{i2} = r_{i3} = r_{i4} = 0$$

(6)

3 实例研究 —— 桂林市东井村农村聚落生态系统健康评价

3.1 研究区域概况

桂林市地处南岭山系的西南部, 广西壮族自治区东北部, 东经 $109^{\circ}17'25''$, 北纬 $25^{\circ}16'23''$, 行政区域总面积 $27\,809\text{ km}^2$, 属中亚热带季风气候。境内气候温和, 雨量充沛, 无霜期长, 光照充足, 热量丰富, 夏长冬短, 四季分明且雨热基本同季, 气候条件十分优越。桂林市以岩溶地貌为主, 大致以桂林市区为界, 往北岩溶地貌逐渐减少, 属红壤土带, 以红壤为主。

东井村位于桂林市北部, 面积约 0.72 km^2 , 平均海拔 171 m , 是典型的南方丘陵地区, 土壤主要是

红壤和水稻土, 灌溉条件较好, 该村现有人口 445 人, 2008 年人均纯收入 3 681 元, 劳动力大多从事种植业, 尤以水稻种植为主, 少数劳动力常年或部分时间在外务工, 全村无工业和第三产业, 属于较传统且具代表性的农村聚落类型。

3.2 数据来源

目前大多数生态系统健康评价研究的相关数据

都是以政府部门公布的权威数据为主, 本文是基于微观地域的研究, 由于研究内容的特殊性, 数据来源主要是第一手的调研数据。文中一些宏观性的数据如耕地面积、森林覆盖率、土壤侵蚀等都是以县国土局提供数据为准, 其余数据通过 2008 年底农户问卷调查及村长、村民代表访谈后加以计算、整理获得的(表 3)。

表 3 2008 年东井村农村聚落生态系统健康评价各指标现状值

活力		组织结构		恢复力		服务功能	
指标序号	现状值	指标序号	现状值	指标序号	现状值	指标序号	现状值
X_1	1.71%	X_{12}	74.6%	X_{20}	18%	X_{27}	27.1%
X_2	1.12	X_{13}	51.2%	X_{21}	3.1 t	X_{28}	29.4 m ²
X_3	17.3%	X_{14}	0.23	X_{22}	393kg	X_{29}	1.8 件
X_4	1.0	X_{15}	32%	X_{23}	0.15 m ³	X_{30}	9.8%
X_5	658.3 人/km ²	X_{16}	12.1%	X_{24}	6.5 m ³	X_{31}	21.6 部
X_6	7.1‰	X_{17}	2.8	X_{25}	161 kW·h	X_{32}	4.5 户
X_7	3681 元	X_{18}	3.74%	X_{26}	0.2 d	X_{33}	8.2 m ²
X_8	四级	X_{19}	0.4%			X_{34}	6.1 人
X_9	0.214 hm ²					X_{35}	72.8 岁
X_{10}	1.199 kW·h						
X_{11}	7.6 a						

3.3 东井村农村聚落生态系统健康状况的确定

在指标体系、评价标准、评价模型确定及研究区域相关数据获得后, 就可将数据带入评价模型进行农村聚落生态系统健康评价。将东井村 2008 年各指标的现状值代入评价模型, 得到隶属度矩阵为

$$R = \begin{bmatrix} 0.301 & 0.208 & 0.397 & 0.056 & 0.038 \\ 0.020 & 0.169 & 0.405 & 0.337 & 0.069 \\ 0 & 0.071 & 0.309 & 0.180 & 0.440 \\ 0.076 & 0.183 & 0.233 & 0.190 & 0.318 \end{bmatrix}$$

从隶属度矩阵中可以看出, 前两个要素对三级隶属度大, 而后两个要素对五级隶属度大, 从而可以认为东井村农村聚落生态系统健康状况在活力($R = 0.397$)和组织结构($R = 0.405$)方面都属于三级, 在恢复力($R = 0.440$)和服务功能(0.318)方面都属于五级。

为了得出东井村最终的生态系统健康评价结果, 可将上面得到的隶属度矩阵 R 代入公式 $A = W \times R$, 已知 $W = (0.326 \ 0.175 \ 0.285 \ 0.214)$, 则可得:

$$A = (0.118 \ 0.157 \ 0.338 \ 0.169 \ 0.218)$$

由此得出东井村农村聚落生态系统健康的概率: 一级为 11.8%, 二级为 15.7%, 三级为 33.8%, 四级为 16.9% 五级为 21.8%, 根据最大隶属度原则可知, 东井村农村聚落生态系统健康状况总体上属于三级。

3.4 结果分析

上述分析中得出东井村在活力和组织结构方面属于三级, 即居于中等层次, 而活力和组织结构各自所包含的具体指标中自然环境方面的指标(如土壤侵蚀强度、用水保证度等)所占比重较大, 说明东井村自然环境方面状况比较理想, 而恢复力和服务功能两个评价要素属于最低级别, 说明东井村村民的环境意识不高, 物质和文化生活水平也处于较低的阶段, 这两方面都亟待提高。对此, 一方面应继续保持并提高自然环境水平, 同时应努力提高人们的生活水平。

4 结论与讨论

参考城市生态系统健康评价的一些研究成果, 建立了农村聚落生态系统健康评价指标体系, 用层次分析法确定权重, 进而用模糊数学法进行评价, 形成了一套完整的农村聚落生态系统评价方法。

由于我国幅员辽阔, 农村聚落的类型多种多样, 发展水平有高有低, 各农村聚落生态系统的结构与功能都不尽相同, 因此本文所提出的指标体系可能不是对所有类型的农村聚落生态系统都适用, 仍有需要改进的地方。此外, 由于案例研究所需数据大多需要深入农村调研取得第一手数据, 工作量大, 选取不同区域的若干村进行研究难度较大, 所以文中

仅以一个村作为研究对象。而事实上此类研究应以多区域多村数据进行研究为宜,文中只选取一个村,难免有失偏颇。上述问题都有待深究和修正,本文所做的工作只是初步的尝试,希望能有更多学者去参与、研究这一重要领域。

参考文献:

[1] Rapport D J. Ecosystem Health[M]. Oxford: Blackwell Science, 1998: 1-356.

[2] 傅伯杰, 刘世梁, 马克明. 生态系统综合评价的内容与方法[J]. 生态学报, 2001, 21(11): 1885-1892.

[3] Rapport D J, Gandet C L, Calow P. Evaluating and monitoring the health of large scale ecosystem[M]. Berlin: Springer Verlag, 1997.

[4] Rapport D J. Gaining respectability: development of quantitative methods in ecosystem health[J]. Ecosystem Health, 1999, 5: 1-2.

[5] 彭建, 王仰麟, 吴健生, 等. 区域生态系统健康评价: 研究方法 与 进展[J]. 生态学报, 2007, 27(11): 4877-4885.

[6] Bayliss-smith T, Feachem R. Subsistence and survival: rural ecology in pacific[M]. New York: Academic press, 1977.

[7] Mumtamayee C. Rural ecology[M]. New York: South Asia Books, 1990.

[8] 云正明. 关系到八亿农民生存领域: 村镇庭院生态系统[J]. 生态学杂志, 1987, 6(1): 53-57.

[9] 王智平, 安萍. 村落生态系统的概念及其特征[J]. 生态学杂志, 1995, 14(1): 43-48.

[10] 周道玮, 盛连喜, 吴正方, 等. 乡村生态学概论[J]. 应用生态学报, 1999, 10(3): 369-372.

[11] 刘邵权, 陈国阶, 陈治谏. 农村聚落生态环境预警: 以万州区茨竹乡 茨竹五组为例[J]. 生态学报, 2001, 21(2): 295-301.

[12] 陈勇, 陈国阶. 对乡村聚落生态研究中若干基本概念的认识[J]. 农村生态环境, 2002, 18(1): 54-57.

[13] 刘邵权. 农村聚落生态研究: 理论与实践[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 2006: 124-134.

[14] 赵跃龙, 张玲娟. 脆弱生态环境定量评价方法的研究[J]. 地理科学, 1998, 18(1): 73-79.

[15] 田亚平, 李虹, 李超文. 新农村建设的村级评价指标体系: 以湖南省衡南县工联村为例[J]. 经济地理, 2007, 27(3): 366-369.

[16] 胡小平. 中国西部农村全面小康指标体系研究[M]. 成都: 西南财经大学出版社, 2006: 193-195.

[17] 刘明皓. 基于 GIS 的土地适宜性评价方法研究: 以重庆市城口县为例[J]. 重庆师范大学学报: 自然科学版, 2007, 24, (4): 21-25.

[18] 程忠炎. 生态农业体系结构效应的评价指标系列[M]// 郭书田. 中国生态农业. 北京: 中国展望出版社, 1988: 319-320.

(上接第 120 页)

[7] 徐勇, Sidle R C, 景可. 黄土高原丘陵区生态适宜型农村经济发展模式探讨[J]. 水土保持学报, 2002, 16(5): 47-51.

[8] 徐勇, 韩国义, 朱会义. 黄土高原生态重建与区域可持续发展研究范式探讨[J]. 水土保持研究, 2003, 10(4): 10-14.

[9] 汪中华, 郭翔宇. 农村贫困地区实现生态建设与经济发展良性耦合的补偿机制[J]. 中国农学通报, 2006, 22(6): 492-495.

[10] 郝庆, 邓玲, 张万军, 等. 冀北山区生态建设对农户经济行为影响分析[J]. 生态经济, 2008(8): 52-55.

[11] Tilman D, Polasky S, Lehman C. Diversity, productivity and temporal stability in the economics of humans and nature[J]. Journal of Environmental Economics and Management, 2005, 49: 405-426.

[12] Templet P H. Energy, diversity and development in economic systems: an empirical analysis[J]. Ecological Economics, 1999, 30: 223-233.

[13] Templet P H. The energy transition in international economic systems: an empirical analysis of change during development[J]. International Journal of Sustainable Development and World Ecology, 1996, 3: 1-18.

[14] Templet P H. Energy, Economic Diversity and Development [C]// 17th Congress of World Energy Council, Houston, TX, 1998: 126-130.

[15] Milannovic B A. simple way to calculate the Gini coefficient, and some implications[J]. Economic Letters, 1997, 56: 45-49.

[16] Sen A K. Poverty: An ordinal approach to measurement[J]. Econometrica, 1976, 44: 219-231.

[17] 李小云, 李周, 唐丽霞. 参与式贫困指数的开发与验证[J]. 中国农村经济, 2005(5): 39-46.

[18] 李华宇. 也论恩格尔系数的计算方法[J]. 统计与预测, 1999(3): 29-30.

[19] 张英. 基尼系数与收入分配[J]. 上海企业, 2004(5): 42-44.