

生态示范区可持续发展度的研究及其应用

陈海^{1,2}, 康慕谊¹, 赵云龙¹, 梁小英², 范一大¹

(1. 北京师范大学资源科学研究所 北京师范大学中国生态资产评估研究中心, 北京 100875;

2. 西北大学 城市与资源学系, 陕西 西安 710069)

摘要: 在分析、评价当前关于生态示范区可持续发展评价研究的基础上, 从生态示范区可持续发展的内涵和要求出发, 利用复合生态系统理论, 分析县域生态示范区复合生态系统的构成, 并对各层次的相互作用与功能进行阐述。构造了可持续发展度来评价可持续发展的水平和能力, 并对其构成部分和计算方法进行论述; 最后, 以生态示范区建设试点县——陕西省米脂县为例, 应用所构造的可持续发展度指数对其可持续发展能力及其变化进行了分析。

关键词: 生态示范区; 协调度; 可持续发展度; 指标体系

文献标识码: B

文章编号: 1000-288X(2003)04-0061-05

中图分类号: X171.4

Degree and Its Application of Sustainable Development of Ecological Demonstration Areas

CHEN Hai¹, KANG Mu-yi¹, ZHAO Yun-long¹, LIANG Xiao-ying², FAN Yi-da¹

(1. Institute of Resources Science; China Ecological Capital Assessment and Research Center, Beijing Normal University, Beijing 100875, China; 2. Department of Urban and Resource Science, Northwest University, Xi'an 710069, Shaanxi, Province, China)

Abstract: Based on the request and the connotation of ecological demonstration area's sustainable development, the theory of compound ecological system is used to analyze the structure of county scale ecological demonstration area, and its hierarchy and function are demonstrated. The degree of sustainable development (DSD) index is formed, and its constitute is expatiated upon. According to DSD, taking Mizhi County in Shaanxi Province as an example, the variety and regional sustainability are analyzed.

Keywords: ecological demonstration areas; degree of harmonization; degree of sustainable development (DSD); index system

生态示范区可持续发展评价是完善生态示范区可持续发展理论及指导其建设的基础, 它至少包括 2 个方面: 指标体系的构建和评价方法的确立。建立一套指标体系来量化分析一个县域的可持续发展水平和能力, 为促进其可持续发展潜力提供政策引导性信息, 无疑具有十分重大的意义。

生态示范区评价指标体系的构建, 秉承区域可持续发展指标的研究。作为可持续发展的研究基础, 指标体系的研究一直是国际和国内研究的热点。区域可持续发展指标可以归纳为 3 类: 单项指标、复合指标和系统指标, 其中以复合型指标作为研究和应用的主体。例如, 以色列希伯莱大学建立的人类活动强度指标(HAI)、联合国开发计划署的人类发展指数、世界银行的可持续发展福利模型(WMDS)指标、中国的

牛文元和美国的 Jonathan & Abodullah 共同提出的可持续发展度(DSD)指标、我国国家环保局提出的可持续发展指标体系、清华大学提出的包括系统发展水平与系统协调度的指标等都是复合型指标。生态示范区可持续发展指标体系的研究同样以复合型指标为主: 如王如松建立的包含功能指标和评价指标 2 大方面的指标体系^[1]、程淑兰在安徽省岳西县建立的包含 4 个层次(目标层、准则层、领域层和指标层)18 项指标的生态示范区评价指标^[2]、朱小兵建立包含资源、环境、人口和发展 4 大方面 29 个指标^[3]。虽然指标的选择不同, 但他们之间依然存在着一些共性: (1) 均偏重于复合型指标体系的构建; (2) 偏重于复合指标体系的层次结构; (3) 注意了研究对象的整体性与复合性^[4]。

收稿日期: 2003-03-20

修回日期: 2003-05-30

资助项目: 国家重点基础研究发展规划(973)项目(G2000018607)

作者简介: 陈海(1971—), 男(汉族), 山西太原, 博士生, 西北大学城市与资源学系讲师。

学者们在区域及生态示范区可持续发展指标体系研究中取得了巨大进展,并由理论探讨走向实际应用。但仍存在不足之处:(1)如何从结构和状态两方面契入,全面反映可持续发展各方面特征;(2)如何把系统演变,即系统的可持续趋势纳入指标体系;(3)如何建立复合系统之间关系的指标。为此,本文试图从我国生态示范区建设的实际出发,以县域生态示范区为例,尝试以复合系统为基础,构建县域生态示范区可持续发展指标体系及其相应的计算方法,并对可持续发展度的变化和原因进行具体分析,以便为生态示范区可持续发展提供参考依据。

1 生态示范区可持续发展的内涵

可持续发展是生态示范区建设的核心思想及其最高目标,生态示范区建设是实施区域可持续发展战略的最基本的经济社会形式,是可持续发展思想的集中体现。它们有着共同的特点与内涵^[5]。目前,对生态示范区的定义有 2 种:(1)国家环保局在全国生态示范区建设纲要中下的定义:所谓生态示范区是以生态学和生态经济学原理为指导,以协调经济、社会发展和环境保护为主要对象,统一规划,综合建设,生态良性循环,社会经济全面、健康、持续发展的一定行政区域;(2)王如松在其文章《论复合生态系统与生态示范区》中所下的定义:生态示范区是指在生态系统承载能力范围内运用生态经济学原理和系统工程方法去改变生产和消费方式、决策和管理方法,挖掘区域内外一切可以利用的资源潜力,建设一类经济发达、生态高效的产业,体制合理、社会和谐的文化,以及生态健康、景观适宜的环境,实现社会主义市场经济条件下的经济腾飞与环境保育、物质文明与精神文明、自然生态与人类生态的高度统一和可持续发展^[6]。

由其定义可以看出,生态示范区可持续发展具有以下几个特点:(1)它是一个综合发展的概念,即它的发展不仅包括经济发展,而且包括资源、环境和社会的共同发展;(2)发展的协调性,即资源、环境、经济和社会是密不可分的统一整体,要求充分考虑各个因素之间的联系与制约关系,寻求它们的协调发展;(3)发展的持续性,即发展具有持久、稳定的特点,它不仅追求当代人的发展,而且还要考虑代际之间的公平。由生态示范区的定义可以看出,生态示范区是由资源、环境、社会、经济等诸多要素构成的复合生态系统。各个子系统通过物质循环、能量流动和信息反馈相互联系、相互作用,在生态系统发展演替过程中,形成不同结构和功能的复合系统。生态示范区复合生态系统的构成如图 1 所示。

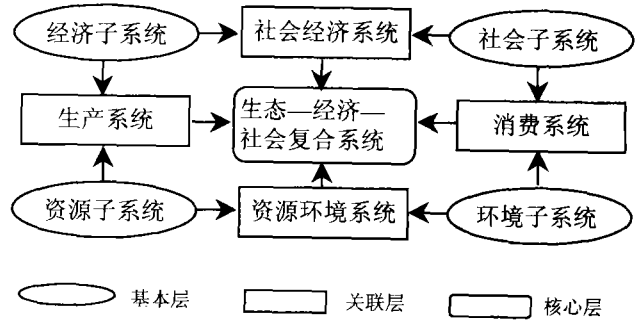
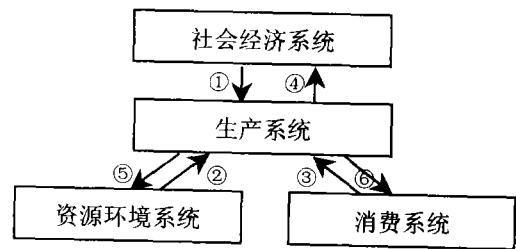


图 1 生态示范区复合系统构成

由图 1 可知,生态示范区复合系统是由经济、社会、资源、环境等 4 个子系统构成的复合系统,它们构成复合系统的基本层。由基本层的 4 个子系统两两之间通过相互联系与制约,形成生产、消费、社会经济和资源环境等关联层。由关联层相互作用,形成核心层:生态-经济-社会复合系统。由基本层到关联层,由关联层到核心层形成一个相互联系、层次分明的复合生态系统。关联层中各个基本层的相互联系与相互制约,是决定复合系统的生态功能与发展趋势的关键层次。同时,在所形成的 4 个关联层系统中,各个系统的地位也是不同的。由图 2 中可以看出,生产系统不仅向社会经济系统、资源环境系统和消费系统分别提供社会经济福利、废弃物和商品与服务,同时它又分别接受与利用其它 3 个关联层的社会经济资源、自然环境资源和自然与社会环境容量。所以,对生产系统与其它关联系统相互作用的分析与测度是分析整个系统协调发展与否的关键所在。



①社会经济资源 ②自然环境资源 ③自然与社会环境容量 ④社会经济福利 ⑤废弃物 ⑥商品与服务

图 2 关联层各系统相互作用与联系

2 可持续发展指标体系的构建

依据对生态示范区复合生态系统内涵的阐述和其结构的分析,构建 3 个层次的指标体系。最高层由生态示范区复合系统的可持续发展度一个指标构成;第 2 层关联层的协调度包括社会经济系统与生产系

统协调度、资源环境系统与生产系统协调度、消费系统与生产系统协调度 3 个方面内容;第 3 层为基本层指标,主要是反映各个子系统结构与功能状态的质量综合评价指标。

基本层与关联层在指标的选取上注重数据的权威性与可获取性相结合原则、科学性与实用性相结合原则、系统性和层次性相结合原则。

资源子系统指标包括:人均耕地面积、人均林地面积、人均水资源量、人均粮食占有量、人均果品占有量;环境子系统指标包括:大气污染指数、水污染指数、城镇固体废弃物处理量;社会子系统指标包括:人口密度、居民总消费水平、千人拥有教师数、劳动力数量、邮电业务总量、公路货运量;经济子系统指标包括:人均 GDP 量、GDP 总量、GDP 增长率、第三产业产值年增长率;社会经济系统与生产系统协调度指标包括:万名职工拥有科技人员数、城市城镇化率、人口自然出生率;资源环境系统与生产系统协调度指标包括:森林覆盖率、退化土地利用效率、农村新能源利用率;消费系统与生产系统协调度指标共有 1 个:农民人均纯收入。

本文协调度指标的上限为陕西省米脂县生态示范区建设规划目标 2015 年确定的规划值,下限是该生态示范区 1984 年的实际值。同时,对于各个子系统权重的确定采用平均权重法。主要是处于以下理由:一是不同评价指标对子系统质量的影响都很明显,但很难区分各自大小;二是由于本文主要是对评价方法的研究和探索。

3 可持续发展度的构成及计算

根据生态示范区复合系统指标体系的构成,我们把生态示范区可持续发展度定义为在特定的时间范围内,生态示范区可持续发展水平和能力。它是各基本层子系统质量综合评价指标、关联层协调度及时间的函数。

3.1 子系统质量综合评价指数的构成与计算

子系统质量综合评价指数是 4 个基本层质量评价指数的加权求和,计算公式为:

$$B_i = \sum_{j=1}^4 \beta_j \sum_{j=1}^n W_{ij} C_{ij} \quad (1)$$

式中: β_j —— i 子系统的权重; W_{ij} —— i 子系统中第 j 个指标的权重; C_{ij} ——第 i 个子系统的第 j 个指标的评价值。

由于各个指标单位不一致,所以必须对各个指标的实际值进行标准化,标准化的公式如下。

对于正功效指标,其计算公式为:

$$P_i = \begin{cases} 1 & c_i \geq a_i \\ \frac{c_i - b_i}{a_i - b_i} & b_i < c_i < a_i \\ 0 & c_i \leq b_i \end{cases} \quad (2)$$

对于负功效指标,其计算公式为:

$$P_i = \begin{cases} 1 & c_i \leq a_i \\ \frac{b_i - c_i}{b_i - a_i} & a_i < c_i < b_i \\ 0 & c_i \geq b_i \end{cases} \quad (3)$$

式中: a_i, b_i ——分别为指标的上限与下限值; c_i ——指标实际值。

3.2 系统协调度指数的构成与计算

设变量 $U_i (i = 1, 2, 3, \dots, n)$ 是复合系统序参量,其取值为 $S_i (i = 1, 2, 3, \dots, n)$ 。 α_i 和 β_i 是系统稳定临界点上的序参量的上、下限值。因此,复合系统序参量对系统有序的功效可表示为:

$$V_A(U_i) = \begin{cases} \frac{S_i - \beta_i}{\alpha_i - \beta_i} & (V_A(U_i) \text{ 具有正功效时}) \\ \frac{\beta_i - S_i}{\beta_i - \alpha_i} & (V_A(U_i) \text{ 具有负功效时}) \end{cases} \quad (4)$$

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

式中: $V_A(U_i)$ ——变量对系统有序的功效, $0 \leq V_A(U_i) \leq 1$; A ——系统稳定区域。依据功效函数(4),采用几何平均法,可得协调度函数为:

$$T = \sqrt[n]{\prod_{i=1}^n V_A(U_i)} \quad (5)$$

显然, $0 \leq T \leq 1$ 。当 $T = 1$ 时,协调度极大,系统将走向新的有序结构;当 $T = 0$ 时,协调度极小,系统的有序崩溃,系统将向无序发展。

3.3 可持续发展度的计算

由以上分析可知,可持续发展度是一个由基本层质量评价综合指数、关联层协调度和时间构成的函数,采用几何平均法来计算可持续发展度 D ,对于在时刻 t 的可持续发展度,其计算公式为:

$$D_t = \sqrt{B_t \times V_{At}} \quad (6)$$

对于复合系统可持续发展度在时间维方面的变化,主要采用李全胜的评价指标发展斜率变化率的计算方法^[7],其计算公式为:

$$\alpha_{it} = \frac{D_{t+\Delta t} - D_t}{\Delta t} \quad (7)$$

4 实例研究

在此,以陕西省米脂县 1996—2000 年复合系统生态示范区建设为例,运用上述方法计算生态示范区可持续发展度。

4.1 子系统质量综合评价指数的计算与分析

依据公式(1),(2)和(3),对各个子系统质量综合评价指数及基本层综合指数进行计算,并做出各研究年份的综合评价指数图如图3所示。从图3中可以看出,各个子系统与基本层综合评价指数的发展趋势都是逐渐上升的,说明该县社会经济水平和自然条件都得到了一定程度的改善。1998年,所有的子系统增长趋势比较明显,这与国家和地方加大投入有密切的关系。经济子系统在1998年有一个明显的峰值,这与当地自然环境适宜状况有直接的联系。1997年自然灾害状况相对较轻,灾害损失仅为1998年的10%。这也从另外一个侧面说明第一产业对经济系统有较大的影响。尽管经济子系统在1998年后仍然呈现出下降趋势,但下降幅度不大,则说明自1997年后进行的生态环境建设作用在加强,在一定程度上减轻了自然状况对其的影响。

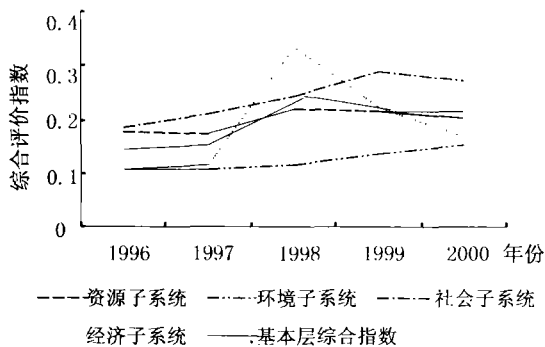


图3 子系统基本层及子系统综合评价指数

4.2 关联层协调度的计算与分析

利用公式(4)和(5)计算出各关联层协调度和总体协调度,并做出各研究年份的协调度图,如图4所示。由图4可以看出,3个关联层及总体协调度的趋势都是逐年增加的。

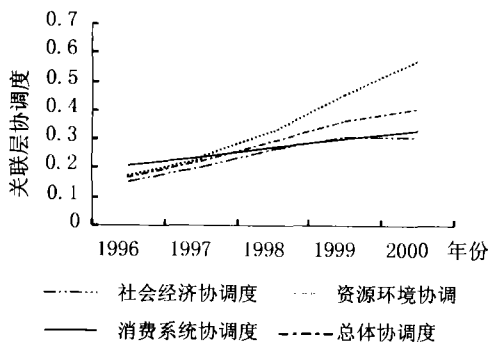


图4 关联层协调度及总体协调度

其中,资源环境与生产系统的协调度增加最为明显。这说明自1997年开始试点实行的退耕还林草及加大的城镇环保治理已初见成效。尽管消费系统和社会经济系统与生产系统的协调度在1999年有所下降,这主要是与1998年及1999年连续2a旱灾有直接的关系,但总体的发展趋势依然是上升的。

4.3 复合生态系统可持续发展度的计算与分析

利用公式(6)计算出该县复合生态系统的可持续发展度,并做出各研究年份的可持续发展度图,并结合关联层协调度和基本质量综合评价指数加以分析,如图5所示。由图5可以看出,可持续发展度呈现逐渐增长的趋势。1997—1998年的可持续发展度增长的趋势较为明显,这与基本层综合评价指数与关联层协调度的增长趋势较为一致。尽管基本层综合评价指数在1998年后受自然灾害影响有一定程度的下降,但由于关联层之间的协调度较大,使得可持续发展度依然呈现出增长的趋势。这就表明,整个复合系统抵御外来干扰的能力加强了,即该县的可持续能力与水平有很大提高。

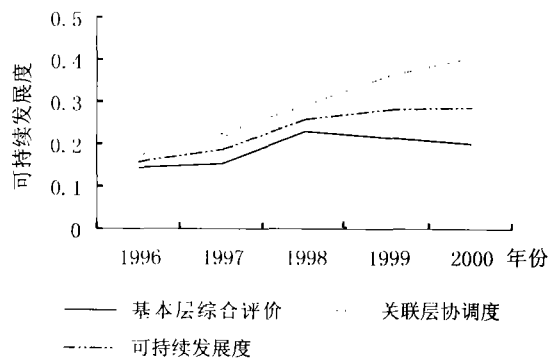


图5 米脂县可持续发展趋势

4.4 复合生态系统可持续发展度发展斜率变化率

利用公式(7)计算出各关联层、基本层和可持续发展度的发展斜率变化率,并做出各研究年份的发展斜率变化率图,如图6所示。由图6可以看出,基本层质量综合评价指数的发展斜率变化率波动最大,说明基本层的持续性在变小,这表明自然环境状态的适宜与否直接关系到基本层的可持续性。可持续发展度与关联层协调度的发展变化率的波动较为平缓,但也呈现出下降的趋势,这种势头如不加以阻止,生态示范区复合生态系统的可持续发展将会终止。因此,改善基本层的抵御外来干扰的能力,尤其是抗御自然灾害的能力,将是米脂县可持续发展的关键。所以,进一步加大生态环境整治的力度,将是该县可持续发展的重中之重。

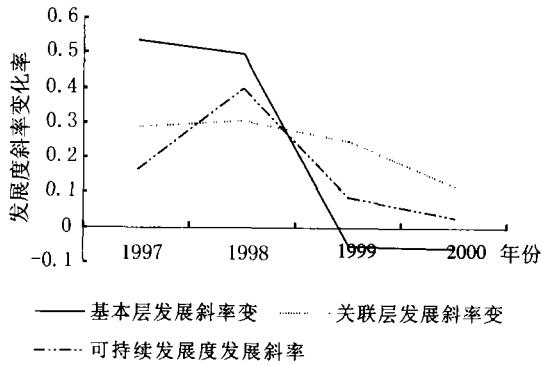


图6 米脂县发展斜率变化率

5 结论

(1) 本文依据生态示范区可持续发展的内涵及复合系统的理论,构造了反映县域可持续发展能力与水平的可持续发展度参数。

(2) 可持续发展度包括基本层质量综合评价参数和关联层协调度及时间3个参数。基本层质量综合评价参数反映复合系统中各子系统的结构与功能状态;关联层协调度则反映出各个子系统之间相互作用与联系的程度;时间参数是对发展趋势的考虑。

(3) 通过对生态示范区——陕西省米脂县可持续发展能力和水平的分析,表明可持续发展度参数能够反映出该县的可持续发展能力与水平,与实际情况较为吻合。该县可持续发展度尽管呈现出增长的趋势,但也反映出受自然灾害的影响较大,在经济子系统中表现的尤为突出。因此,加大环境保护与生态治理是关系到整个系统可持续发展的关键所在。

[参考文献]

- (上接第45页)
- [1] 王如松,杨建新.产业生态学和生态产业转型[J].世界科技研究与发展,2000,22(5):24—32.
- [2] 程淑兰.安徽省岳西县生态示范区评价指标体系和可持续发展度研究[J].农村生态环境,2000,16(3):27—30.
- [3] 朱小兵.生态示范区可持续发展能力初步研究[J].中国人口资源与环境,2001,11(2):105—107.
- [4] 闵庆文,李文华.区域可持续发展能力评价及其在山东五莲的应用[J].生态学报,2002,22(1):1—9.
- [5] 任建兰.建设生态示范区——推动区域可持续发展的实践模式[J].人文地理,1999,14(2):30—33.
- [6] 王如松.论复合生态系统与生态示范区[J].科技导报,2000.6—9.
- [7] 李全胜,叶旭君.农业生态系统可持续发展趋势度的评价方法[J].生态学报,2001,21(5):695—700.
- [8] Stockle C O, Willams J R, Rosenberg N J, Jones C A. A method for estimating the direct and climatic effects of rising atmospheric carbon dioxide on growth and yield of crops: Part I—Modification of the EPIC Model for climate change analysis[J]. Agric. Systems, 1992, 38: 225—238.
- [9] Ragab R. Towards a continuous operational system to estimate the root-zone soil moisture from intermittent remotely sensed surface moisture[J]. Journal of Hydrology, 1995, 173: 1—25.
- [10] 冯起,程国栋.我国沙地水分分布状况及其意义[J].土壤学报,1999,36(5):225—236.
- [11] Hargreaves G H, Samani Z A. Reference crop evapotranspiration from temperature [J]. Applied Engr. Agric, 1985, 1: 96—99.
- [12] 冯起.额济纳旗绿洲水分平衡及最佳生态地下水位和生态用水量研究[M].兰州:中国科学院冰川冻土研究所,1998.
- [1] 谢贤群.一个改进的计算麦田总蒸发量的能量平衡——空气动力学阻抗模式[J].气象学报,1988(1):21—29.
- [2] 周英,徐腊梅.陕西泾阳玉米耗水规律研究[J].南京气象学院学报,1998,21(1):125—129.
- [3] 冯金超,陈荷生,康跃虎,等.腾格里沙漠沙坡头地区人工植被蒸散耗水与水量平衡的研究[J].植物学报,1995,37(10):815—821.
- [4] 刘明春,马兴祥,张惠玲.河西走廊东部灌溉春小麦生物特征及需水规律浅析[J].干旱地区农业研究,2000,18(4):45—49.
- [5] 高岩,刘静,张汝民,等.应用热脉冲技术对小美早杨耗水量的研究[J].内蒙古农业大学学报,2001,22(1):44—48.
- [6] 王亚军,谢忠奎,小林哲夫,等.河西绿洲区春小麦蒸腾蒸散的变化研究[J].中国沙漠,1999,19(3):272—383.
- [7] 刘昌明,窦清晨.土壤—植物—大气连续体模型中的蒸散发计算[J].水科学进展,1992,3(4):255—263.