

文章编号: 1000-5471(2012)02-0126-05

基于 PSR 模型的小城镇用地生态安全评价

——以潼南县 22 个小城镇为例^①

尹 娟, 邱道持, 潘 娟

西南大学 地理科学学院, 重庆 400715

摘要: 为了测试小城镇用地生态安全状况, 诊断小城镇用地生态安全隐患, 为小城镇持续、健康发展提供科学借鉴, 采用实地考察与统计分析相结合的方法, 建立小城镇用地生态安全评价基础数据库, 运用压力(P)—状态(S)—响应(R)概念模型构建小城镇用地生态安全评价指标体系, 结合熵权法和综合指数法计算小城镇用地生态安全综合指数。结果显示: 潼南县 22 个小城镇用地生态安全压力大, 生态安全状态较差, 生态响应微弱, 生态安全综合指数低。提出了加强小城镇用地规划选址生态安全评价、开展小城镇用地生态安全治理、在生态脆弱地区实施生态移民等提高小城镇用地生态安全水平的建议。

关键词: PSR 模型; 小城镇用地; 生态安全评价; 潼南县

中图分类号: F301

文献标志码: A

随着经济的快速增长, 科技的迅猛发展, 人类干扰自然的能力增强, 但全球生态环境亦遭到严重破坏^[1], 生态安全受到人类的高度重视^[2], 并成为国内外相关学科研究的前沿和热点之一^[3], 其研究范围从国家生态安全研究^[4]、区域生态安全研究^[5]深入至城市生态安全研究^[6], 研究对象从大气环境生态安全^[7]、水资源生态安全^[8]扩展至各类用地生态安全^[9]。但以乡镇为研究对象, 开展小城镇用地生态安全评价的报道还不多见。近年来, 随着城镇化的推进, 到小城镇落户的农村居民越来越多, 而小城镇滞后的规划、盲目的选址、随意的布局, 使小城镇用地存在生态安全隐患。

1 小城镇用地生态安全评价方法

1.1 评价指标体系构建

20 世纪 80 年代末, 经济合作和开发组织(OECD)与联合国环境规划署(UNEP)共同提出了环境诊断 PSR 概念模型, 即压力(Pressure)—状态(State)—响应(Response)模型^[10], 因具有综合性、灵活性和因果关系清晰等优点^[11], PSR 模型成为当前可持续发展和生态安全评价最为常用的方法。本研究依据 PSR 模型构建包括环境生态压力、环境生态状态和环境生态响应三个方面的指标体系, 其中, 环境生态压力指标表征人类社会活动对环境造成的负荷, 环境生态状态表示环境当前的状态或趋势, 环境生态响应表征人类针对出现问题所采取的措施。根据代表性、系统性、独立性和可操作性的原则^[12], 本研究选取以下 13 个评价指标建立评价指标体系(表 1)。

1.2 评价指标标准化处理

由于各指标具有不同的量纲, 为了使各项指标具有可比性, 本研究采用线性插值法^[13]对各指标进行标

① 收稿日期: 2011-02-21

作者简介: 尹娟(1987-), 女, 四川广安人, 硕士研究生, 主要从事土地利用与国土规划。

通信作者: 邱道持, 教授, 博士生导师。

准化处理. 由潼南县 m 个乡镇和 n 项评价指标构成原始数据矩阵 $X_{ij} = \{a_{ij}\}_{m \times n}$, 根据指标的正向性和负向性, 采用以下公式进行标准化处理:

$$\begin{cases} X_{ij} = \frac{a_{ij} - \min(a_{ij})}{\max(a_{ij}) - \min(a_{ij})} & \text{正向指标(数值越大越安全的指标)} \\ X_{ij} = 1 - \frac{a_{ij} - \min(a_{ij})}{\max(a_{ij}) - \min(a_{ij})} & \text{负向指标(数值越小越安全的指标)} \end{cases} \quad (1)$$

式中: X_{ij} 为第 i 个单元第 j 个指标的标准值; $\min(a_{ij})$ 为第 j 个评价指标的最小值; $\max(a_{ij})$ 为第 j 个指标的最大值; a_{ij} 为第 i 个单元第 j 个指标的原始值.

1.3 评价指标权重的确定

熵权法是一种在综合考虑各因素所提供信息量的基础上计算出综合指标的数学方法, 其优点是能够客观准确地得到各指标的权重. 为求取各指标的权重, 首先, 根据原始数据的标准化值计算各指标的信息熵, 计算公式为:

$$H_i = -k \sum_{j=1}^n P_{ij} \ln p_{ij} \quad (i=1, \dots, m; j=1, \dots, n) \quad (2)$$

其中 $p_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{j=1}^n X_{ij}}$, $k = \frac{1}{\ln n}$ (假定: 当 $P_{ij} = 0$ 时, 令 $P_{ij} = 0.000\ 01$)

再次利用得到的熵值求取指标权重, 计算公式为:

$$W_i = \frac{1 - H_i}{m - \sum_{i=1}^m H_i} \quad (i=1, \dots, m) \quad (3)$$

某项指标的熵值越大, 其权重值就越小, 反之就越大. 根据以上公式得出各项评价指标的权重(表 1).

表 1 小城镇用地生态安全评价指标体系及权重

目标层	准则层	指标层	单位	平均值	权重	安全趋向
小城镇用地生态安全评价	压力	土地人口密度	人 / km ²	568.74	0.02	-
		人口自然增长率	%	2.91	0.06	-
		土地人口承载力	人	72 770.67	0.11	+
		人均耕地	m ² / 人	553.36	0.05	+
	状态	地质灾害危害度	%	2.11	0.02	-
		灾害天气危害度	%	14.94	0.17	-
		水体污染危害度	%	1.14	0.07	-
		大气污染危害度	%	2.35	0.03	-
	响应	固废污染危害度	%	1.98	0.02	-
		用地安全宣传力度	没有开展用地安全宣传 = 0; 开展了用地安全宣传 = 1	0.26	0.06	+
	乡镇规划开展率	%	19.36	0.10	+	
	人均水利建设用地面积	m ² / 人	8.25	0.12	+	
	环境污染治理投资占 GDP 比重	%	3.01	0.17	+	

注: 数据来源于 2001—2010 年《潼南统计年鉴》及本课题实地调研.

1.4 综合评价指数的确定

根据各指标的标准值和权重, 通过线性加权法, 得到潼南县各乡镇用地生态安全综合评价指数. 多因素加权法计算公式为:

$$f(u) = \sum_{i=1}^3 f(u_i) \quad (4)$$

$$f(u_i) = \sum_{j=1}^n X_{ij} W_j \quad (5)$$

式中: $f(u)$ 表示小城镇用地生态安全综合指数; $f(u_i)$ 为 3 个评价因子的生态安全指数; n 为参评指标

个数; X_{ij} 表示 j 指标的标准化值; W_j 为 j 指标的权重. $f(u)$ 界于 $0 \sim 1$ 之间, $f(u)$ 越趋于 1, 用地生态安全程度越高, $f(u)$ 越靠近 0, 用地安全程度越低.

采用国内外综合指数分级方法, 将生态安全综合指数划分为 5 级: $(0, 0.20)$ 为生态安全程度很低; $(0.20, 0.50)$ 为生态安全程度较低; $(0.50, 0.75)$ 为生态安全程度一般; $(0.75, 0.90)$ 为生态安全程度较高; $(0.90, 1)$ 为生态安全程度很高^[14].

根据各项指标的标准值及权重, 运用公式(4)和(5)计算出潼南县各乡镇用地生态安全综合指数, 结果见表 2.

表 2 潼南县小城镇用地生态安全压力、状态、响应及综合指数

乡镇名称	压力	状态	响应	综合指数
田家乡	0.08	0.19	0.06	0.34
别口乡	0.09	0.13	0.11	0.33
新胜镇	0.09	0.28	0.13	0.51
塘坝镇	0.13	0.18	0.18	0.49
古溪镇	0.13	0.14	0.18	0.46
宝龙镇	0.06	0.06	0.20	0.33
群力镇	0.09	0.14	0.14	0.37
玉溪镇	0.05	0.10	0.16	0.31
米心镇	0.08	0.12	0.12	0.32
小渡镇	0.15	0.31	0.13	0.60
寿桥乡	0.08	0.24	0.22	0.54
卧佛镇	0.10	0.31	0.04	0.44
五桂镇	0.05	0.29	0.10	0.45
上和镇	0.11	0.14	0.21	0.47
桂林镇	0.09	0.17	0.30	0.56
农形镇	0.09	0.14	0.20	0.43
双江镇	0.14	0.20	0.23	0.57
梓潼镇	0.14	0.13	0.25	0.52
花岩镇	0.05	0.20	0.18	0.43
崇龛镇	0.12	0.19	0.12	0.43
柏梓镇	0.17	0.14	0.12	0.42
太安镇	0.10	0.20	0.08	0.38
平均值	0.10	0.18	0.16	0.44

2 小城镇用地生态安全分析

2.1 小城镇用地生态安全综合指数低

综观潼南县 22 个乡镇用地生态安全综合指数, 其生态安全水平低, 全县综合平均指数仅为 0.44. 生态安全综合指数高于 0.5 即生态环境安全程度一般的乡镇只有新胜镇、小渡镇、桂林镇、双江镇和梓潼镇, 仅占研究区域的 22.73%, 剩下 77.27% 的乡镇用地生态环境均处于不安全状态, 可见全县乡镇用地生态安全水平普遍有待提高.

2.2 小城镇用地生态安全压力大

乡镇用地生态安全压力指数越低, 生态安全压力就越大, 反之越小. 潼南县各乡镇用地生态安全压力指数最高为柏梓镇 0.17, 最低为玉溪镇和花岩镇 0.05, 平均压力指数 0.10, 表明全县小城镇用地生态压力大. 而人口密度大、人口自然增长率较快、土地人口承载率低且人均耕地面积小是造成小城镇用地生态安全压力大的主要原因. 潼南县各乡镇土地人口密度平均为 568.74 人/km², 高于重庆市平均人口密度 397.53 人/km², 人口密度最大的梓潼镇达到了 983.58 人/km², 是重庆市平均水平的 2.47 倍; 人口自然增长率较快, 各乡镇平均自然增长率为 2.91‰; 人均耕地面积小, 仅有 553.36 m²/人, 低于重庆市平均水平 680.03 m²/人.

2.3 小城镇用地生态安全状态差

潼南县各乡镇用地生态安全状态平均指数0.18,生态状态差,其中生态安全状态指数大于0.20的乡镇仅有新胜镇、小渡镇、卧佛镇、五桂镇和寿桥乡。2009年因地质灾害造成财产损失共计1693.2万元,涉及333户,1291人。同时,洪涝、旱灾等灾害性天气对潼南县各乡镇用地生态安全也构成严重威胁,据全县22个乡镇调查统计,近年来,因干旱影响威胁居民1.2万余户,共计4.6万余人,因洪涝灾害造成房屋倒损1732户,9.6万人受灾,气象灾害成灾率达14.94%。鉴于此,潼南县大力推进“西部绿色菜都、新型工业基地、生态文化名城”建设,其生态环境有所改善,水体、大气及固废污染影响减小。

2.4 小城镇用地生态安全响应弱

生态安全响应指示政策取向和对区域生态安全质量变化所作出的其他反应,生态安全响应指数越大,地区抵御生态风险的能力越强,地区越安全。表2显示,潼南县各乡镇用地生态安全响应微弱,平均指数为0.16,最低指数仅有0.04(卧佛镇)。乡镇生态安全响应程度由用地安全宣传力度、乡镇规划开展率、人均水利建设用地面积、环境污染治理力投资占GDP中的比重共同表示。实际调研发现,只有25.86%的乡镇布局时从安全角度考虑选址。潼南县人均水利建设用地面积为8.25 m²/人,低于重庆市平均面积16.84 m²/人,表明潼南县防治气象灾害的投入力度不够;环境污染治理投资占GDP中的比重为3.01%,与重庆市平均值大体相当。

3 建 议

3.1 加强小城镇用地规划选址安全评价工作

小城镇应结合新一轮土地利用总体规划修编工作,按照集中统一、利用集约、布局合理的原则,制定科学的小城镇用地规划;规划选址应强制开展自然灾害调查评估、环境影响调查评估,加强选址生态安全评价,实现小城镇用地生态安全最大化;成立小城镇安全发展研究会,使其成为联系政府和科研单位的纽带,积极开展小城镇安全发展前瞻性问题的研究,为提升小城镇安全品质、服务小城镇发展提供智力支持。

3.2 强化小城镇用地规划管理体制

一是做好城镇体系规划和小城镇规划,充分发挥规划对小城镇建设的指导和调控作用,建立小城镇规划目标责任制,实行首长问责制;建立结构合理、廉洁高效的小城镇规划建设管理新体制。二是加强小城镇规划建设管理队伍建设,把小城镇规划建设管理急需人才列入人才引进指导目录,对小城镇申报的引智项目予以优先保证,补充规划建设管理专业技术人员。三是完善小城镇规划建设管理社会监督机制,建立小城镇规划建设管理监督员制度,采取公开招聘、征集机构志愿者和个人志愿者,以选调任职、选派挂职等多种方式配备监督员,确保监督员制度全域覆盖、广泛参与、持续长效。

3.3 因地制宜实施生态移民工程

将生态脆弱地区或自然灾害危害地区的群众有步骤地向水源条件好、地质灾害少、人居环境好的小城镇转移,改变灾区群众与自然灾害正面抗争的被动局面,减少人员、财产损失,是提高小城镇用地生态安全水平的必然要求。在实施生态移民的过程中,要充分尊重群众意愿,做好迁入地与迁出地生态移民宣传教育工作,完善生态移民安置扶持政策,保障生态移民“移得出、稳得住、逐步能致富”。

3.4 着力改善小城镇人居环境

大力推进城乡公共服务均等化,加快发展小城镇公共服务体系,努力提高小城镇公共服务管理水平,发挥政府主导作用,加快小城镇基础设施和公共服务设施建设;加大现有小城镇污染治理力度,竭力改善综合环境,大力实施“蓝天、碧水、绿地”工程,坚决关闭严重浪费资源和污染环境的企业,大力推进小城镇环境保护工程,提高居民参与意识;对居民加强环境卫生知识的宣传教育,严禁乱倒垃圾、污物,养成良好的卫生习惯。积极探索建立小城镇环卫保洁、园林绿化、道路养护等环境卫生管理长效机制。

参考文献:

- [1] 邱微,赵庆良,李崧,等.基于“压力-状态-响应”模型的黑龙江省生态安全评价研究[J].环境科学,2008,29(4):1148-1152.

- [2] 高清竹, 许红梅, 康慕谊, 等. 黄河中游砒砂岩地区生态安全综合评价——以内蒙古长川流域为例 [J]. 资源科学, 2006, 28(2): 132—139.
- [3] 王介勇, 刘彦随. 东部沿海地区农村生态安全评价及可持续对策 [G]//中国地理学会. 中国地理学会 2007 年学术年会论文摘要集. 南京: 南京师范大学出版社, 2007: 86—93.
- [4] 程漱兰, 陈 焱. 高度重视国家生态安全战略 [J]. 生态经济, 1999, 61(5): 9—11.
- [5] 左 伟, 王 桥, 王文杰, 等. 区域生态安全综合评价模型分析 [J]. 地理科学, 2005, 25(2): 209—214.
- [6] 任志远, 黄 青, 李 晶. 陕西省生态安全及空间差异定量分析 [J]. 地理学报, 2005, 60(4): 597—606.
- [7] 于小俸. 城市大气环境生态安全评价原则与指标体系 [J]. 环境研究与监测, 2010, 23(2): 66—68.
- [8] 黄昌硕, 耿雷华, 王立群, 等. 中国水资源及水生态安全评价 [J]. 人民黄河, 2010, 32(3): 14—17.
- [9] 田克明, 王国强. 我国农用地生态安全评价及其方法探讨 [J]. 地域研究与开发, 2005, 24(4): 79—82.
- [10] PETER C, SCHNLZE. Overview: Measures of Enviromental Performance and Ecosystem Condition [M]. Washington DC: National Academy Press, 1999: 79—86.
- [11] 左 伟, 周慧珍, 王 桥. 区域生态安全评价指标体系选取的概念框架研究 [J]. 土壤, 2003, 24(1): 2—7.
- [12] 刘 力, 邱道持, 粟 辉, 等. 城市土地集约利用评价 [J]. 西南师范大学: 自然科学版, 2004, 29(5): 887—890.
- [13] 周文华, 王如松. 城市生态安全评价方法研究——以北京市为例 [J]. 生态学杂志, 2005, 24(7): 848—852.
- [14] 李 华, 蔡永立. 基于 ANP—PRS—SENCE 框架的崇明岛生态安全评价 [J]. 地理与地理信息科学, 2009, 25(3): 90—94.

Ecological Security Assessment of Land Use in Small Towns Based on PSR Model ——A Case Study of 22 Towns of Tongnan

YIN Juan, QIU Dao-chi, PAN Juan

School of Geographical Sciences, Southwest University, Chongqing 400715, China

Abstract: The purpose of this study was to put forward recommendations for improving ecological security of land use and offer some scientific guidance for the sustainable and healthy development of ecological security of land use by testing ecological security state and diagnosing ecological security risks of land use in small towns. The methods of fieldwork and statistical analysis were used to establish a basic database of ecological security evaluation of land use. An index system of ecological security assessment of land use was built up following the principles of the PSR (Pressure-State-Response) model. The entropy-right method and the comprehensive appraisal model were used to calculate ecological security index of land use in small towns. The results showed that the land use in the 22 towns studied had great ecological security pressure, poor ecological security state and weak ecological security response. The following measures are proposed to improve the level of ecological security of land use in small towns: strengthening the ecological security evaluation of land use, carrying out ecological security governance of land use in towns and starting ecological immigration in ecologically fragile areas.

Key words: PSR model; land use in towns; ecological security assessment; Tongnan county