

区域土地生态环境安全评价^{*}

——以宁夏回族自治区为例

李茜, 任志远

(陕西师范大学旅游与环境学院, 西安 710062)

提 要: 本文以国内关于区域生态安全研究成果为基础, 以宁夏回族自治区为研究区, 依据扩展型 PSR 框架模型, 并结合宁夏回族自治区区域环境及土地利用结构特点, 建立宁夏回族自治区土地生态环境安全评价的指标体系, 并运用 AHP 法与综合评分法计算研究区土地生态安全指数, 尝试性的研究了区域不同时段土地环境生态安全的动态变化, 并对结果进行对比分析, 结果表明: 宁夏回族自治区自 1991 年以来, 土地环境生态安全状况稍有好转, 但还处于“预警”状态(敏感状态)。

关键词: 土地生态环境安全; 扩展型 PSR 框架模型; 宁夏回族自治区

中图分类号: X821

文献标识码: A

生态环境是人类生存和社会经济发展的基础。随着经济的发展和人口的增长, 人类掠夺式的开发资源, 结果导致资源、环境、人口、粮食问题日益突出, 生态环境日益恶化, 已成为全球性的问题, 生态安全引起了世界各国的普遍关注, 成为人们所关注的热点问题。土地生态环境是生态环境的重要组成部分, 但土地生态环境安全及其评价研究还处于起步阶段^[1]。笔者认为土地生态环境安全(the Land Ecological Security, LES)是指人类赖以生存和发展的土地资源所处的生态环境, 处于一种不受或少受威胁与破坏的健康、平衡状态, 在这种状态下, 系统抗外界能力强, 自身稳定性好, 能够保持结构和功能的完整性, 能够维持土地资源与人类的协调发展, 实现自然、经济和社会的可持续发展目标²⁻³。

土地生态环境安全是区域生态安全的基础, 它关系到区域的可持续发展和国家的安全等问题。目前, 由于土地利用的不合理及人们的掠夺式经营, 引起了水土流失、荒漠化、盐碱化、沙化等, 土地生态系统服务功能急剧衰减, 严重威胁到区域生态环境安全, 直接影响到区域乃至国家的可持续发展。因此, 本文以生态环境较为脆弱的宁夏回族自治区为研究区, 进行土地生态环境安全评价, 以期使决策者获得比较完整的信息, 为高效配置土地资源和生态社会经济可持续发展提供决策支持, 也为区域发展政策的制定提供参考。

1 研究区概况

宁夏回族自治区位于 $104^{\circ}10'E \sim 107^{\circ}39'E$, $35^{\circ}14'N \sim 39^{\circ}23'N$ 之间。宁夏土地总面积为 $518 \times 10^4 \text{ km}^2$, 人口为 580 万。按自然地理特点, 自南向北大体分为南部山丘区、中部干旱风沙区和北部引黄灌区。地势南高北低, 海拔 1000m 以上。全区跨暖温带半湿润区至温带干旱区三个气候区, 其中 $3/4$ 属干旱、半干旱区域。总体特征是干旱少雨, 蒸发强烈, 综合水资源仅 $10.5 \times 10^8 \text{ m}^3$, 是全国水资源最少的省区, 年均降水量 305mm, 蒸发量达 1800mm, 生态环境脆弱, 退化类型多样。南部水土流失严重, 土地瘠薄化、石质化; 中部风蚀沙化、荒漠化; 北部盐渍化、沙化, 造成该区生态环境恶化, 人们生活贫困, 特别是宁南“西、海、固”。

* 收稿日期: 2006-05-08。

基金项目: 国家自然科学基金(40371003)。

作者简介: 李茜(1980-)女(汉族), 宁夏中宁人, 在读研究生, 研究方向: 国土资源评价与 GIS. Email: liqiant1@stu.snnu.edu.cn

2 区域土地生态环境安全评价

2.1 区域土地生态环境安全评价因子的选取

评价因子的选取是建立评价指标体系的关键。在构建区域土地生态环境安全评价指标体系时,不仅要体现土地生态环境状态,还要考虑对土地生态安全有重要影响的自然、经济、社会各方面的因素。因此,笔者从宁夏回族自治区生态环境及土地利用结构特点出发,依据区域生态安全评价的一般性指标体系,考虑到资料的可获得性及国内相关成果,采用能够体现人类对土地生态系统的影响层次与等级的“压力—状态—响应”(PSR)框架模型^[4],并对其进行扩展,即采用了扩展型PSR框架模型,选取了19项对土地生态安全有重要影响的指标^[5-7],建立了土地生态环境安全评价指标体系(表1)。

2.2 土地生态环境安全评价因子权重的选取及安全指数的计算

本文采用AHP法计算各因子的权重^[8],并参考国内相关成果及研究区的实际情况采用相关分析法做了部分调整。另外,标准值的选取本文依据国家、行业和地方相关部门规定的标准及国内同等指标的均值进行确定。

- ①对于正相关性指标(即越大越安全):当 $x_i \geq s_i$ 时, $p_i = 1$; 当 $x_i < s_i$ 时, $p_i = x_i / s_i \times 100\%$ 。
- ②对于负相关性指标(即越小越安全):当 $x_i \leq s_i$ 时, $p_i = 1$; 当 $x_i > s_i$ 时, $p_i = s_i / x_i \times 100\%$ 。
- ③ $I = p_i \times w_i$ 。

表 2 宁夏回族自治区土地生态环境安全评价各项指标安全值

Tab. 2 Index secure values for evaluating land ecological security in Ningxia Hui municipality

指标	安全趋向性	实际值			标准值	安全指数			权重	安全值		
		1991	1997	2003		1991	1997	2003		1991	1997	2003
C1	负	1.882	1.378	1.095	1.33	0.7067	0.9652	1.000	0.1074	0.0759	0.1037	0.1074
C2	负	9.0734	10.0579	11.1969	8	0.8817	0.7954	0.7145	0.1074	0.0947	0.0854	0.0767
C3	负	4.2306	2.3240	2.9617	0.8	0.1891	0.3442	0.2701	0.0537	0.0102	0.0185	0.0145
C4	负	147.0090	222.993	200.1885	255	1.0000	1.0000	1.0000	0.0537	0.0537	0.0537	0.0537
C5	正	11.7857	37.3784	74.3900	98.28	0.1199	0.3803	0.7569	0.0537	0.0064	0.0204	0.0406
C6	正	19.8919	26.6795	29.3458	60	0.3304	0.4447	0.4891	0.1610	0.0532	0.0716	0.0787
C7	负	61.1680	59.8357	56.1210	50	0.8174	0.8356	0.8909	0.0396	0.0324	0.0331	0.0353
C8	负	1.5742	1.6742	1.2819	0.6169	0.3919	0.3685	0.4812	0.1012	0.0397	0.0373	0.0487
C9	正	12.7900	18.8546	13.9093	25.80	0.4957	0.7308	0.5391	0.0099	0.0049	0.0072	0.0053
C10	负	25.5907	15.5830	22.1081	13.55	0.5295	0.8695	0.6129	0.0035	0.0019	0.0030	0.0021
C11	正	49.2963	50.1931	45.0560	40.94	1.0000	1.0000	1.0000	0.0125	0.0125	0.0125	0.0125
C12	正	2.9022	1.9710	1.6564	3.7503	0.7739	0.5256	0.4417	0.0177	0.0137	0.0093	0.0078
C13	正	5.8467	7.0077	10.2625	27.6954	0.2111	0.2530	0.3705	0.0157	0.0033	0.0040	0.0058
C14	正	1298.9362	3716.3148	6643.7931	7543	0.1721	0.4926	0.8807	0.0066	0.0011	0.0033	0.0058
C15	正	11.3514	36.4838	35.7710	33.6	0.3378	1.0000	1.0000	0.0115	0.0039	0.0115	0.0115
C16	正	42.5197	48.2183	51.6830	47.4	0.8970	1.0000	1.0000	0.0213	0.0191	0.0213	0.0213
C17	正	1.0672	3.1715	3.8328	4.24	0.2517	0.7480	0.9040	0.0213	0.0054	0.0159	0.0193
C18	正	4.2	4.9	5.5985	40	0.1050	0.1225	0.1400	0.1214	0.0127	0.0149	0.0170
C19	负	52.8417	45.3189	42.2146	38.00	0.7191	0.8385	0.9002	0.1012	0.0728	0.0849	0.0911

数据来源:宁夏统计年鉴(1991, 1997, 2003年);国民经济统计年鉴(1997, 2003年);中国统计年鉴(1991, 1997, 2003年)

表 1 宁夏回族自治区土地生态环境安全指标体系

Tab. 1 Index system of evaluation on land ecological security in Ningxia Hui municipality

目标层	准则层	准则层	指标层
土地 资源 生态 安全	人口压力		C1 人口增长率(%)
			C2 人口承载力(人/ km ²)
	土地资源 生态压力	土地压力	C3 人均耕地(亩/人)
			C4 单位耕地面积化肥负荷(kg/ km ²)
	社会经济压力		C5 经济密度(万元/ km ²)
			C6 城市化率(%)
		C7 低产耕地率(%)	
土地 资源 生态 安全	土地质量		C8 盐碱化(%)
			C9 土地后备资源(%)
	土地资源生 态环境状态		C10 耕地面积比重(%)
土地 资源 生态 安全	土地利用结构		C11 草地面积比重(%)
			C12 水域面积比重(%)
			C13 林地面积比重(%)
	社会经济响应		C14 人均 GDP(元/人)
			C15 第三产业占国民生产总值比重(%)
			C16 机耕程度(%)
土地资源生 态环境响应	自然响应		C17 机械化水平(kwh/ m ²)
			C18 森林覆盖率(%)
			C19 水土流失比重(%)

其中, x_i 为各项指标的实际值, s_i 为各项指标的标准值, p_i 是各项指标的安全指数, I 是单项指标的安全值, w_i 是指标权重, P 是区域土地生态环境总安全值。

为比较研究区土地生态环境安全状况动态变化, 考虑到资料的可获得性, 本文选取 1991、1997、2003 年的数据, 并运用以上数学方法, 计算得出不同年份各指标的安全值(表 2)。

2.3 评价模式的选择

为了使土地生态环境评价既准确又简便, 评价模式的选取很重要。本文采用综合评分法, 土地生态环境安全值计算如下:

$$P = \sum_{i=1}^{i=19} I = \sum_{i=1}^{i=19} P_i \cdot W_i$$

其中, I 是单项指标的安全值, W_i 是指标权重, P_i 是各项指标的安全值, P 是区域土地生态环境总安全值。利用此评价模型, 对各单项指标进行加权求和, 对区域土地生态环境安全进行综合评分(表 3)。

表 3 宁夏回族自治区土地生态环境安全综合评价

Tab. 3 Total evaluation of land ecological security in Ningxia Hui municipality

年 份	安全值			安全综合指数
	土地资源生态压力	土地资源生态环境状态	土地资源生态环境响应	
1991	0.2941	0.1084	0.1150	0.5175
1997	0.3533	0.1064	0.1518	0.6115
2003	0.3716	0.1175	0.1660	0.6551

土地生态环境安全状况分为 5 类, 分别是: 巨警状态(恶劣状态)、中警状态(风险状态)、预警状态(敏感状态)、较安全状态(良好状态)、安全状态(理想状态)。其评价标准(表 4)。

表 4 土地生态环境安全评价标准

Tab. 4 The evaluation standards of land ecological environment security

安全指数	等级	系统状态	特 征
≤ 0.4	I	巨警状态 (恶劣状态)	土地生态系统服务功能几近崩溃, 生态过程很难逆转, 生态环境受到严重破坏, 生态系统结构残缺不全, 功能丧失, 生态恢复与重建很困难。
0.4~0.6	II	中警状态 (风险状态)	土地生态系统服务功能严重退化, 生态环境受到较大破坏, 功能退化且不全, 受外界干扰后恢复困难, 生态问题较大, 生态灾害较多
0.6~0.8	III	预警状态 (敏感状态)	土地生态系统服务功能已有退化, 生态环境受到一定破坏, 但尚可维持基本功能, 受干扰后易恶化 生态问题显现, 生态灾害时有发生。
0.8~0.9	IV	较安全状态 (良好状态)	土地生态系统服务功能较为完善, 生态环境较少受到破坏, 功能尚好, 一般干扰下可恢复, 生态问题不显著, 生态灾害不大。
≥ 0.9	V	安全状态 (理想状态)	土地生态系统服务功能基本完整, 生态环境基本未受干扰破坏, 生态系统结构完整, 功能性强, 系统恢复再生能力强, 生态问题不显著, 生态灾害少。

3 评价结果及分析

3.1 评价结果

从表 3 我们可以看到, 1991 年宁夏回族自治区土地生态环境安全综合得分为 0.5175, 属于 II 级, 中警状态(风险状态); 1997 年土地生态环境安全综合得分为 0.6115, 与 1991 年相比, 系统状态有所改善, 属于 II 级, 预警状态(敏感状态); 2003 年土地生态环境安全综合得分为 0.6551, 比 1997 年得分高了 0.0436, 说明土地生态系统状态稍有好转, 但还是属于 II 级, 处于预警状态(敏感状态)。

3.2 结果分析

1991 年宁夏回族自治区土地生态环境安全属于 II 级, 处于中警状态(风险状态), 这是因为: 在 1991 年, 宁夏全区森林覆盖率仅为 4.2%, 远低于全国平均水平 40%, 土壤盐碱化严重, 盐碱化面积达 $8.1545 \times 10^4 \text{ hm}^2$, 水土流失剧烈, 水土流失面积达 52.8417%, 草场退化严重, 草地超载, 牧草地肥力下降, 承载力差, 生态防护作用也大为下降。林种单一, 结构脆弱, 抗御自然灾害能力差, 仅 90 年代初的天牛灾害, 就使宁夏一期防护林毁于一旦。再加上人们环保意识淡薄, 一味追求经济效益, 以经济效益为中心, 忽略了环境的重要性, 所以当时环境处于非常恶劣的状态。

1997 年宁夏回族自治区土地生态环境安全有所好转, 处于预警状态, 原因在于: 从 90 年代初期开始, 加强了对小流域的综合治理, 使得宁夏境内很多环境恶劣区域得到了治理改造, 尤其是宁南山区的很多地方, 像彭阳、西吉等, 这些环境特别恶劣, 环境与贫困举世瞩目的区域, 生态系统状况有所改善, 土地生产力有所提高, 人民生活水平有了很大的提升⁹。

2003 年土地生态系统状况稍有好转, 得分高于 1991 年、1997 年, 原因在于: 小流域综合治理工程在继

续进行,加上 90 年代后期(1997 年),国家发出“再造山川秀美的大西北”的号召,大力开展了植树、种草,营造水土保持林、薪炭林,退耕还林草工程,使得整个生态环境有了较大的改善,土地生态环境安全有所提高。另外,政府和人民从恶劣环境给社会经济、人民生活带来的负面影响中也认识到了环境的重要性,认识到经济的发展不能以牺牲环境为代价,认识到建设生态环境是实现人民脱贫致富与可持续发展的根本保障。国家及地区对环境治理、绿化投资力度加强,部分地区已开始由传统农业向生态型农业转变。

总体来说,宁夏回族自治区土地生态环境状况较差,离安全状态还有很大差距,分析其原因主要有:

(1)自然地理因素:特殊的地理位置和自然气候条件决定了研究区生态环境极为脆弱。宁夏地处西北内陆干旱地带,属于典型的大陆性气候,该区是全国水资源最少的省区,干旱少雨,蒸发强烈,植被覆盖率低,导致生态环境恶化,土地生产力低下,水土流失加剧,旱灾频繁,旱灾受灾面积达 $18.3 \times 10^4 \text{ hm}^2$ 。另外,宁夏西邻腾格里沙漠,东靠毛乌素沙漠,南部属黄土高原丘陵沟壑区,北部为黄河冲积平原,生态环境特别脆弱,风大沙多,土地沙化严重,沙化面积达 $15.1 \times 10^4 \text{ hm}^2$ 。

(2)人为因素:不合理的人类活动是土地生态环境恶化的重要原因之一。严重的水源短缺和干旱、风沙危害,使农业生产长期徘徊不前,生态环境极为脆弱。加上过度垦殖,超载放牧和人为采挖,植被破坏严重,草场退化、土地沙化严重,水土流失严重^[10]。导致土地资源破坏、土壤肥力下降。尤其是宁南山区,人口迅速膨胀,当地人过度垦殖,掠夺式开发利用土地资源,使得土地生产条件变得非常恶劣,水土流失剧烈,达 88%,是全区水土流失最严重的地区。

(3)经济因素:落后的经济条件限制了土地生态环境的改善^[11]。近 15 年以来,宁夏回族自治区经济有了一定的发展,但还是属于经济落后地区。全区国民生产总值为 385.34×10^8 元,人均 GDP 为 6644 元,低于全国平均水平 7543 元。虽然政府也加大了对水利灌溉工程和生态环境改善工程的投资力度,但是限于经济条件,投入有限,并不能彻底改善生态环境,提高土地质量。

(4)利用因素:土地利用结构单一,比例不合理,林草建设薄弱,对自然灾害的防御能力低。在土地利用中,以耕地为主,耕地比例过大,而林地比重为 1.2625%,远低于全国平均水平 27.6954%。经 80—90 年代大面积的植树造林恢复植被,林木覆盖率达到 5.60%,但集中在六盘山、贺兰山山区,其它区域依然是秃山秃岭,植被稀疏,易受侵蚀。天然草地 90%以上存在不同程度的退化,而天然草地实际多由宁南牧荒坡及中部的荒漠草原构成,草场承载力和生态防护作用极差。

4 结语

(1)本文采用 PSR 扩展模型建立了宁夏回族自治区土地生态环境安全评价的指标体系,并运用综合评分法对其进行评价,尝试性的研究了区域不同时段土地环境生态安全的动态变化,并对结果进行对比分析,结果表明:宁夏回族自治区土地生态环境安全由 1991 年的“中警”状态(“风险”状态)向 2003 年的“预警”状态(“敏感”状态)转变,土地生态环境安全稍有好转。

(2)土地生态环境安全评价还是处于起步阶段。考虑到资料的可得性,本文仅就 1991 年、1997 年、2003 年这 3 个不同时段土地生态环境安全的动态变化做了简单的分析,缺乏时间序列,对空间序列变化缺乏系统的分析论证。对评价指标的准确性有待于提高,对时空动态变化笔者将在以后的研究中进一步探讨。

参考文献

- [1] 杨京平.生态安全的系统分析[M].北京:化学工业出版社,2002:275—290.
- [2] 肖笃宁,等.论生态安全的基本概念和研究内容[J].应用生态学报,2002,13(3):354—358.
- [3] 刘勇,刘兆友,徐萍.区域土地资源生态安全评价——以浙江嘉兴市为例[J].资源科学,2004,26(3):69—75.
- [4] 左伟,王桥,王文杰,等.区域生态安全评价指标与标准研究[J].地理学与国土研究,2002,18(1):67—70.
- [5] 汤洁,等.东北农牧交错带土地生态环境安全指标体系的建立与综合评价——以镇赉县为例[J].干旱区资源与环境,2006,20(1):119—124.
- [6] 高长波,韦朝海,陈新庚.区域生态安全评价时间序列动态分析——以广东省为例[J].地理与地理信息科学,2005,21(6):105—107.
- [7] 刘书楷,曲福田.土地经济学[M].北京:中国农业出版社,2004:200—202.
- [8] 何琼,孙世群,吴开亚,等.区域生态安全评价的 AHP 赋权方法研究[J].合肥工业大学学报(自然科学版),2004,27(4):433—437.
- [9] 陈育宁.宁夏南部山区生态重建报告书[J].西北民族研究,2003,(1):85—92.
- [10] 廖力君,米文宝,杨美玲.宁夏南部山区生态重建初步研究[J].水土保持研究,2004,12(2):166—169.

- [11] 樊新刚, 米文宝, 杨蓉. 宁南山区生态重建限制性因素分析[J]. 水土保持研究, 2004, 2(3): 28—30.
[12] 宁夏统计局. 宁夏统计年鉴(1991~2003)[M]. 北京: 中国统计出版社, 1991~2003.

The Evaluation on Land Ecological Environment Security

—A Case Study of Ningxia Hui Municipality

LI Qian, REN Zhi-yuan

(College of Tourism and Environment Science, Shaanxi Normal University, Shaanxi, Xi'an 10062, China)

Abstract

Based on research fruit of regional ecological security, choosing Ningxia Hui municipality as research region, combining extending PSR frame and regional environment and land use structure the index system of evaluation on land ecological environment security of Ningxia Hui municipality was established. Land ecological security indexes were calculated by AHP and colligate grade, and to study dynamic diversification of land ecological security in different period of time. The results indicated: the land environment ecological security was improved since 1991, but was still in a alarm state (sensitivity state).

Key words: land; ecological security; extending PSR frame; Ningxia Hui municipality