

# 基于PSR模型的生态移民安置区 土地利用系统健康评价 ——以红寺堡区为例

王鹏<sup>1</sup>, 王亚娟<sup>1</sup>, 刘小鹏<sup>1,2</sup>, 陈晓<sup>1</sup>, 孔福星<sup>1</sup>

(1. 宁夏大学 资源环境学院, 银川 750021; 2. 宁夏(中阿)旱区资源评价与环境调控重点实验室, 银川 750021)

**摘要:**以我国最大的生态扶贫移民集中区——宁夏红寺堡区为研究对象,构建基于PSR模型的土地利用系统健康评价指标体系,综合运用熵权法、综合指数法、灰色关联度模型等方法对红寺堡安置区土地利用健康状况进行了评价。结果显示:2009—2015年红寺堡生态移民安置区土地利用系统健康评价指数呈现出逐年上升的变化趋势,由2009年的0.3109增加到2015年的0.6927,其健康等级由不健康上升至亚健康状态;研究期间土地利用系统压力指数变化比较稳定,状态指数和响应指数呈现上升趋势;各乡镇由于自然生态环境和社会经济发展水平存在较大差异,研究期间土地利用系统健康水平空间格局变化明显,且存在较大差异;人口自然增长率和人口土地负荷量以及城市绿地覆盖率、空气质量状况、城市污水处理率和垃圾无害化处理率以及环保投资额等指标与土地利用系统健康性评价综合指数的关联度较高,表明研究区土地利用健康状况与人口数量以及生态环境质量密不可分,因此在提高研究区土地利用效益和制定相关土地规划和政策时,应注重人口和生态对土地利用可持续发展的影响。

**关键词:**生态移民安置区;土地利用系统;PSR模型;熵权法;灰色关联模型;红寺堡区

**中图分类号:**F224; F301.2

**文献标识码:**A

**文章编号:**1005-3409(2018)06-0270-07

## Evaluation of Health of Land Use System in Ecological Resettlement Area Based on PSR Model —A Case Study of Hongsibu Area

WANG Peng<sup>1</sup>, WANG Yajuan<sup>1</sup>, LIU Xiaopeng<sup>1,2</sup>, CHEN Xiao<sup>1</sup>, KONG Fuxing<sup>1</sup>

(1. College of Resources and Environment, Ningxia University, Yinchuan 750021, China; 2. Key Laboratory (China—Arab) of Resource Evaluation and Environmental Regulation of Arid Region in Ningxia, Yinchuan 750021, China)

**Abstract:** Hongsibu District of Ningxia, the largest ecological immigrant settlement area in China was selected as the case of study. The index system of evaluation of health of land use system was constructed based on PSR model. Land use health of resettlement area was evaluated by using the methods of entropy method, comprehensive index and gray relational degree. The results showed that the health evaluation index of land use system of Hongsibu Ecological Resettlement Area presented the increasing trend year by year from 2009 to 2015, increased from 0.3109 in 2009 to 0.6927 in 2015, and its health level rose from unhealthy to sub-healthy state; during the study period, the pressure index of land use system changed steadily, and the state index and response index showed the upward trend; due to the great differences in natural ecological environment and socio-economic development level, the spatial pattern of land use system health level changed significantly during the study period; natural population growth rate, population and land load, urban green space coverage, air quality status, urban sewage treatment rate and garbage harmlessness treatment rate, and the amount of environmental protection investment and other indicators were related to comprehensive index of health evaluation of land use system. The higher degree indicated that the health status of land use in the study area was inseparable from the population and the quality of the ecological environment. Therefore, with respect to improving the land use efficiency and formulating relevant land planning and policies in

the study area, attention should be paid to the impacts of population and ecology on the sustainable development of land use.

**Keywords:** ecological resettlement area; land use system; PSR model; entropy weight method; gray relational model; Hongsibu District

土地利用系统是地球表层不同类型要素与人类生产生活之间相互影响、相互作用而形成的具有自然、经济和社会特征的统一整体,是最重要的自然资源,也是人类生存和发展的基础<sup>[1]</sup>。随着经济社会发展水平的不断提高,尤其是社会经济可持续发展战略实施以来,人地矛盾日益突出,生态环境问题日益严峻,如何实现土地资源的永续利用和社会—经济—生态系统的可持续发展成为当前各界人士关注的重点,而土地利用系统健康愈发受到关注,并逐渐发展成为生态系统研究领域的热点话题<sup>[2]</sup>。土地利用系统健康评价的目的是区分功能完好和病态的土地生态系统,诊断病态系统的演变过程,制定恢复和预防病态的基本对策<sup>[3]</sup>,有利于改善土地利用系统健康状况,促进土地资源的合理利用,缓减人类活动和自然生态系统之间的矛盾,是实现土地资源可持续利用和科学管理的重要基础。

自20世纪40年代“土地健康”概念提出以来,国内外学者围绕土地系统健康展开了一系列研究,并取得丰富成果。20世纪80年代加拿大政府对全国土地质量展开调查,并进行了“土壤健康”项目研究,对城市地区的可持续发展状况进行评价研究<sup>[4]</sup>; Benites等<sup>[5]</sup>从土地条件变化指标出发构建土地健康评价指标体系对土地系统健康进行评价; Moussiopoulos等<sup>[6]</sup>、Spangenberg<sup>[7]</sup>从土地可持续利用角度出发构建健康评价指标体系对土地系统健康进行评价。而国内对于土地利用系统健康评价的研究仍处于发展阶段,相关研究理论和方法尚不完善。人们在“土地健康”、“生态系统健康”和“土地生态系统健康”的概念基础上,提出了“土地利用系统健康”<sup>[8]</sup>,而随着我国对土地资源可持续发展和生态环境保护的日益重视,土地利用系统健康研究也逐渐发展起来。郭杰<sup>[9]</sup>、蔡为民<sup>[10]</sup>等对土地利用系统健康的概念和内涵进行了深入的剖析,并指出土地利用系统评价框架和指标选择的原则;姚岚<sup>[11]</sup>、刘宝涛<sup>[12]</sup>、路正<sup>[13]</sup>等分别运用三角模型、改进TOPSIS法、灰色关联模型和熵权可拓物元模型等方法对喀斯特地区、三峡库区、河西走廊、吉林省土地利用系统健康进行评价;郑华伟<sup>[14]</sup>、陆丽珍<sup>[15]</sup>、杨丹<sup>[16]</sup>等对土地利用系统健康的影响因素和障碍因子进行了评价和诊断。虽然国内外学者运用多种方法对不同区域的土地利用系统健康进行了大量研究,但大多只专注于自然资源和生态

状况,对人类活动考虑较少,构建的指标评价模型主要注重生态系统的自然属性,而忽略了其人为属性,对土地利用生态系统面对的压力、状态的响应考虑不足<sup>[17-18]</sup>。而PSR模型较好地兼顾了生态系统的自然和人为双重属性,强调人类活动和土地利用系统间的因果关系,将人地关系纳入土地利用系统健康评价中<sup>[19]</sup>。

生态移民是被赋予了具有扶贫和生态建设双重意义的特殊的人口迁移过程<sup>[20]</sup>,红寺堡作为全国最大的生态移民集中区,其土地利用方式不同于其他地区。土地利用类型、结构和功能受到人类活动、社会经济以及政策导向的强烈影响,导致生态系统脆弱,土地资源压力加大,严重制约了区域社会经济的持续健康发展。为此,本文利用PSR模型对红寺堡生态移民安置区土地利用系统健康进行评价研究,以为生态移民工程、区域土地规划以及土地政策的制定提供科学依据。

## 1 研究区概况

红寺堡区位于宁夏中部干旱半干旱地区,位于东经105°43′—106°42′,北纬37°28′—37°37′,区域总面积2 767 km<sup>2</sup>,总人口约18.95万人,其中回族人口占总人口的62.3%。全区地势南高北低,平均海拔1 240~1 450 m,年均降水量277 mm左右,年平均气温8.4℃。1999年成立中共红寺堡开发区工委。2009年,吴忠市红寺堡区成立,该区域成为易地扶贫搬迁户的主要安置区域。自1998年以来,共搬迁来自隆德、泾源、西吉、原州、彭阳、海原、同心和中宁等地区的贫困人口约20.5万人,成为全国最大的异地扶贫生态移民安置区。2015年,全区地区生产总值达156 104万元,第一、二、三产业生产总值分别为46 216万元、66 475万元和43 413万元,产业结构比为29.6:42.6:27.8。

## 2 评价模型的构建

### 2.1 基于P—S—R模型的评价体系

“压力—状态—响应”(P—S—R)模型是由联合国环境规划署(UNWP)和经济合作与发展组织(OECD)共同提出的,主要是用于评价人类活动对生态环境的影响程度,是一种被学术界广泛使用的评价指标体系<sup>[21]</sup>。该模型中,P代表土地系统受到来自外部环境的压力;S代表自然资源的变化状况;R代

表人类为改善不良影响而采取的保护措施<sup>[22]</sup>。通过借助 P—S—R 模型构建土地利用系统健康性评价体系,有助于衡量区域社会经济发展和人口增长等因素对区域土地利用系统施加的压力,描述在当前状况下的经济发展水平、资源产出水平和土地生态质量等土地产出水平,分析土地利用系统对外部压力的适应性能力以及环境保护措施和治理手段的成效性<sup>[23]</sup>。压力、状态、响应之间相互制约、相互影响、相互作用,反映了环境压力与环境变化之间的因果关系。

表 1 土地利用系统评价指标体系

准则层	要素层	指标层	评价函数	指标属性	权重
系统压力	人口增长压力	人口土地负荷量( $C_1$ )	总人口/土地总面积	—	0.0372
		人口自然增长率( $C_2$ )	当年总人口/前一年总人口-1	—	0.0485
		人口城市化水平( $C_3$ )	非农业人口/总人口	+	0.0341
	经济发展压力	GDP 增长率( $C_4$ )	当年 GDP/前一年 GDP-1	+	0.0312
		固定资产增长率( $C_5$ )	当年固定资产投资/前一年固定资产投资-1	+	0.0484
		城市用地增长弹性系数( $C_6$ )	城市用地增长率/城市人口增长率	+	0.0364
		建设用地比例( $C_7$ )	当年建设用地面积/总土地面积	—	0.0554
	土地利用强度	土地垦殖率( $C_8$ )	耕地面积/土地总面积	—	0.0443
		土地利用度( $C_9$ )	(农业用地+建设用地)/土地总面积	—	0.0404
		系统状态	经济发展水平	人均 GDP( $C_{10}$ )	GDP/总人口
城镇人均可支配收入( $C_{11}$ )				+	0.0225
建设用地集约度( $C_{12}$ )	建设用地面积/总人口			+	0.0556
资源产出水平	地均 GDP( $C_{13}$ )		GDP/总土地面积	+	0.0471
	地均二三产业比值( $C_{14}$ )		二、三产业值/土地总面积	+	0.0542
	人均粮食产量( $C_{15}$ )		粮食总产量/总人口	+	0.0301
生态环境水平	空气质量状况( $C_{16}$ )		可吸入颗粒物年平均值	—	0.0403
	水土流失程度( $C_{17}$ )		土地流失面积/土地总面积	—	0.0541
	城市绿地覆盖率( $C_{18}$ )		城市绿地面积/土地总面积	+	0.0651
系统响应	土地市场		地价增长幅度( $C_{19}$ )	土地购置费的大小	—
	环境保护	城市污水处理率( $C_{20}$ )	生活污水处理量/总排放量	+	0.0517
		水土流失治理率( $C_{21}$ )	水土流失治理面积/土地总面积	+	0.0546
		垃圾无害化处理率( $C_{22}$ )	生活垃圾无害化处理量/总排放量	+	0.0422
		环保投资占 GDP 比重( $C_{23}$ )	环保投资额/GDP	+	0.0421

2.2 指标体系的构建

(1) 数据标准化处理。在多指标综合评价中,数据的标准化处理可以消除量纲对评价结果准确性的不良影响,此外,由于每个指标作用效果的指向不同,应采用不同的标准化处理方式<sup>[24]</sup>。不同指向指标的标准化方法如下:

正向指标:  $X_{ij} = \frac{X_{ij} - \min X_j}{\max X_j - \min X_j}$

负向指标:  $X_{ij} = \frac{\max X_j - X_{ij}}{\max X_j - \min X_j}$

式中: maxX<sub>j</sub> 为指标的最大值; minX<sub>j</sub> 为指标的最小值; X<sub>ij</sub> 为指标的原始值。

(2) 指标权重的确定。权重值表征了评价指标间的相对重要性,目前,学术界常采用熵权法、离差最大化法、变异系数法、层次分析法等方法进行计算。

依据指标体系构建思路,并结合红寺堡生态移民安置区实际状况,遵从指标选取的系统性、针对性、可靠性等原则,在参考相关资料的基础上构建了包括准则层、要素层、指标层、含义层在内的土地利用系统健康评价指标体系(表 1)。本文所用数据来源于《宁夏统计年鉴(2010—2016)》、《宁夏国民经济和社会发展规划统计公报》、《吴忠市情数据手册》、《红寺堡区经济要情手册》和红寺堡区政府官方网站公布的统计数据以及相关的调查数据。

在指标较少的情况下,熵权法对指标间的细微差异更为敏感,可避免指标区分度的趋同性,故本文使用熵权法进行指标权重的计算,其计算公式如下:

$$E_j = -\ln n^{-1} \sum_{i=1}^n p_{ij} \ln p_{ij}$$

式中:  $p_{ij} = \frac{X_{ij}}{\sum_{i=1}^n X_{ij}}$ , 如果  $p_{ij} = 0$ , 则定义  $\lim_{p_{ij} \rightarrow 0} p_{ij} \times \ln p_{ij} = 0$ 。

将标准化处理的数据代入上述式中,得到各个指标的信息熵  $E_1, E_2, \dots, E_{19}$ , 各数据指标的权重值计算公式如下:

$$w_i = \frac{1 - E_i}{k - \sum E_i} \quad (i = 1, 2, \dots, k)$$

信息熵不仅衡量了系统的无序程度,也可以判断指标的离散程度,其离散度越大,信息熵越小,该指标的权重越大<sup>[25]</sup>。

(3) 计算综合指数。采用综合指数测算土地利用系统健康状况,利用每一项指标的权重乘以该指标标准化后的值,其计算公式如下:

$$Y=\sum_{i=1}^n\omega_i\times x_i$$

式中:Y 代表土地利用系统健康综合指数; $\omega_i$  为指标权重; $x_i$  为指标标准化后的值。

借鉴国内外相关研究成果,将土地利用系统健康级别划分为 5 个级别(表 2)。

表 2 土地利用健康分级标准

综合指数	(0.8,1]	(0.6,0.8]	(0.4,0.6]	(0.2,0.4]	(0,0.2]
等级	健康	亚健康	临界状态	不健康	病态

2.3 土地利用系统灰色关联度分析

灰色关联度分析是根据变量之间发展趋势的相似性来寻求各子系统(因素)之间的数量关系,确定影响因子在整个评价系统中的重要程度<sup>[26]</sup>。其计算公式如下所示:

$$\xi_{0i}=\frac{\Delta(\min)+\rho\Delta(\max)}{\Delta_{0i}(K)+\rho\Delta(\max)}$$

式中: $\xi_{0i}$  为关联系数; $\Delta(\min)$  和  $\Delta(\max)$  分别代表着参考序列与比较序列绝对值的最小值和最大值; $\Delta_{0i}(K)$  是比较序列曲线上数据点与参考序列曲线上的数据点差值的绝对值; $\rho$  为分辨系数,其值一般取 0.5。关联度计算公式为:

$$\gamma_i=\frac{1}{N_i}\sum_{i=0}^n\xi_i(K)$$

式中: $\gamma_i$  为灰色关联度,用于表征两组数据间的关联性。其值越接近于 1,表示关联性越好。

3 结果与分析

3.1 土地利用系统健康综合评价指数分析

采用 P—S—R 模型建立红寺堡生态移民安置区土地利用系统健康性评价模型,利用熵权法求取指标权重(表 1)。依据上述公式计算红寺堡 2009—2015 年的土地利用系统健康性的综合评价值(图 1)。从图 2 中可以看出,2009—2015 年红寺堡生态移民安置区土地利用系统健康评价指数呈现出逐年上升的变化趋势,由 2009 年的 0.310 9 增加到 2015 年的 0.692 7,增加了 2.23 倍,年增长率为 12.12%。其中,2010—2012 年增长幅度最大,增长幅度为 57.07%,而 2009—2010 年增幅较小,仅为 11.01%。依据土地利用系统健康分级标准(表 2),2009—2010 年红寺堡生态移民安置区土地利用系统处于不健康的状态,其健康综合评价指数值均不足 0.4;2010—2013 年研究区土地利用系统健康综合评价指数值逐年增加,由 2010 年的 0.345 2 增加至 2013 年的 0.585 8,其健康

等级由不健康上升至临界安全状态;2013—2015 年研究区土地利用系统健康综合评价指数继续上升,其值上升至 2015 年的 0.692 7,其健康等级持续上升,达到亚健康状态。

2009—2015 年,红寺堡生态移民安置区土地利用逐渐趋于合理化,安置区房屋建设、道路规划以及交通用地等建设用地面积逐年增加,建设用地面积比例由 2009 年的 4.92% 增加至 2015 年的 9.48%,年均增长率达 9.82%。除此之外,红寺堡生态移民安置区国民生产总值持续增长,固定资产投资额不断增加,环保投资额逐年增加,加之生态环境保护政策的实施和落实,区域生态环境质量不断改善,从而促使红寺堡安置区土地利用系统健康状况不断好转。

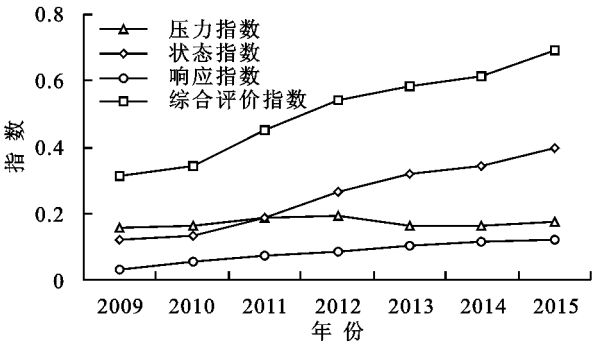


图 1 红寺堡生态移民安置区土地利用系统健康评价指数

3.2 土地利用系统各分类指数对比分析

由图 1 可以看出,压力指数、状态指数、响应指数在研究期间均发生了较大变化。2009—2015 年压力指数呈现出先增后减的变化趋势,2009—2012 年压力指数处于增加的状态,由 2009 年的 0.157 1 增加至 2012 年的 0.193 7,且达到压力指数的峰值。2012—2013 年压力指数出现短暂的下降,下降幅度为 14.93%,主要受外界因素影响,经济出现下滑现象,GDP 总量略有下降,致使经济发展压力减小。2013—2015 年经济水平逐渐恢复,压力指数呈现出上升趋势。2009—2015 年这 7 年间,红寺堡安置区土地利用系统压力变化比较稳定。从状态指数中可以看出,研究期间,系统健康状态指数始终处于持续增加的变化态势,由 2009 年的 0.121 7 增加至 2015 年的 0.398 5,年均变化率为 18.46%。2010—2013 年系统健康状态指数增加幅度明显加快,尤其是 2012 年其增加幅度最大。响应指数是当系统受到外界压力时,为改善区域土地利用系统健康状况所采取的行动措施。由于生态环境保护政策的推广与实施,环保投资额数量的加大以及城市污水处理和生活垃圾的无公害处理技术和水平的提高和改善,土地利用系统健康响应指数随之呈现出逐年上升的发展趋势,并由 2009 年的 0.032 1 增加至 2015 年的 0.117 4,

年增长 2%。除此之外,红寺堡生态移民安置区经过多年的治理,同时加大了对环境治理和保护的力度,使得区内城市绿地面积不断增加,水质得到改善,空气质量出现明显好转。

3.3 土地利用系统健康水平空间变化分析

利用 ArcGIS 空间分析功能对红寺堡安置区土地利用系统健康水平进行空间分析,并将其进行空间化表达(图 3)发现,2009—2015 年,研究区土地利用系统健康水平空间分布发生较大变化。2009 年红寺堡安置区土地利用系统整体健康水平不高,健康等级主要以病态和不健康为主。红寺堡镇和太阳山镇的健康水平处于病态状态,主要原因是红寺堡镇是全区的政治、文化、经济中心,经济压力以及土地利用强度较高,而环境保护和治理改善不明显,使其健康水平较低;太阳山镇位于全区的东部,紧邻盐池县,处于生

态环境脆弱地带,植被覆盖度较低,水土流失、盐渍化较为严重,故其健康水平低。而新庄集乡位于罗山脚下,水土保持水平和植被覆盖度较高,生态环境良好;新庄集乡安置点建设主要以小型和中型安置区为主,无大型安置区建设,其人口压力水平较低;经济发展速度较为缓慢,经济发展带来的压力不大,因此,该区域土地利用系统健康水平较高。2015 年红寺堡安置区土地利用系统健康水平不断提高,各县镇健康水平均有所改善,全区健康等级主要以临界健康为主。其中,红寺堡镇健康水平明显提高,其安全等级上升至临界安全状态,注重环境保护和改善城市污水、垃圾处理状况以及加大环保投资额,减小土地利用系统压力等措施是其健康水平上升迅速的主要原因。其余各乡镇的健康水平不断提升和改善得益于生态移民工程的顺利实施和相应生态环境保护政策的颁布和落实。

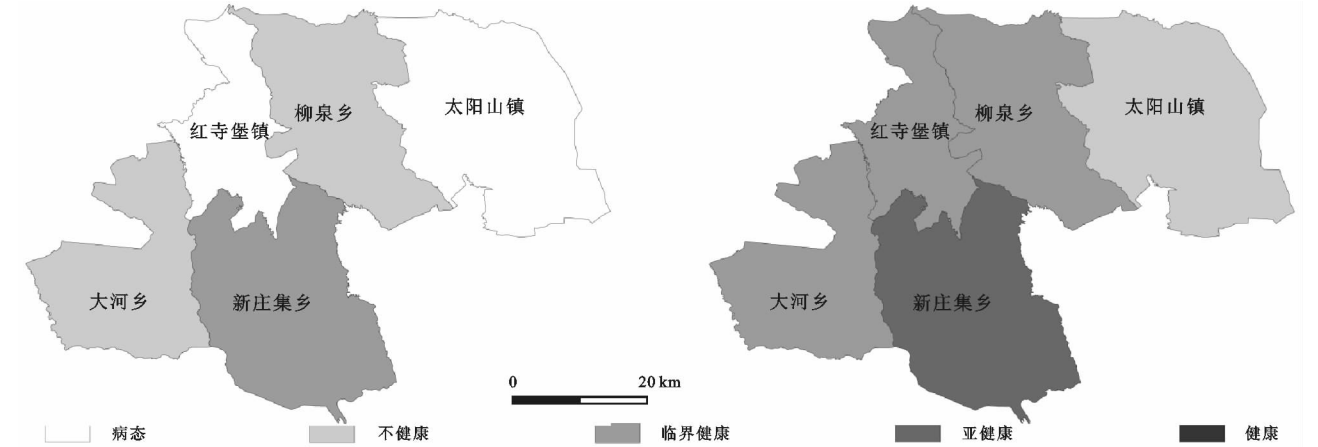


图 2 土地利用系统健康水平空间变化

3.4 土地利用系统评价指标的关联性分析

通过利用灰色关联度法计算综合评价指数与各指标因子之间的数量关系,可以确定各指标因子相对于研究区土地利用系统健康程度的重要性。通过上述公式计算得到土地利用系统健康性评价综合指数与 23 个评价指标因子的关联度(表 3)。从各指标来看,人口自然增长率和人口土地负荷量与健康综合评价指数间的关联度最高,其次是城市绿地覆盖率、空气质量状况、城市污水处理率和垃圾无害化处理率以及环保投资额等指标与土地利用系统健康性评价综合指数的关联度较高,处于第 2 个等级单元。而土地利用系统健康评价体系中的状态水平指标,如

人均 GDP、城镇居民人居可支配收入、地均从业人数等与土地利用系统健康性评价综合指数的关联度较低。从表 3 中可以看出,红寺堡移民安置区土地利用系统健康性评价综合指数与评价体系压力、响应系统的各指标因子关联度较高,与评价体系中的状态系统指标因子关联性较低。同时也表明,移民人口数量的增加是影响红寺堡安置区土地利用系统健康性的主要因素,人口数量的增加以及人类各项生产生活活动对安置区土地利用分布格局具有决定性作用,从而影响着土地利用系统健康状况,而区域生态环境的保护和改善可以促进区域土地利用系统健康状况的良性发展。

表 3 土地利用系统健康影响因子的灰色关联度

$C_2$	$C_1$	$C_{18}$	$C_{16}$	$C_{20}$	$C_{23}$	$C_{22}$	$C_7$
0.9235	0.9024	0.8862	0.8729	0.8521	0.8224	0.8158	0.8145
$C_4$	$C_8$	$C_9$	$C_{17}$	$C_{21}$	$C_{12}$	$C_3$	$C_6$
0.8048	0.8024	0.7658	0.7595	0.7538	0.7251	0.7218	0.7045
$C_{11}$	$C_{13}$	$C_{14}$	$C_{10}$	$C_5$	$C_{15}$	$C_{19}$	
0.6949	0.6782	0.6772	0.6728	0.6558	0.6205	0.6188	

## 4 结论与讨论

土地利用系统健康性评价是一项复杂的系统工程,与社会、经济、生态系统的关系十分密切。作为全国最大的生态移民安置中心,其土地利用系统健康水平直接影响着生态移民工程和安置区建设的顺利开展。为研究红寺堡安置区土地利用系统健康水平,揭示其健康状况,本文以P—S—R理论为框架,参考国内外研究成果,并结合红寺堡安置区实际状况,构建生态移民安置区土地利用系统健康评价指标体系进行研究分析。

研究结果显示,红寺堡生态移民安置区土地利用系统健康综合评价由2009年的0.3109增加到2015年的0.6927,土地利用系统健康水平不断提高和改善。红寺堡安置区土地利用逐渐趋于合理化,国民生产总值持续增长,固定资产投资额不断增加,环保投资额逐年增加以及生态环境保护政策的驱动作用促使土地利用系统健康状况不断好转。从各系统层来看,压力指数、状态指数、响应指数在研究期间均发生了较大变化。其中红寺堡安置区土地利用系统压力变化比较稳定,响应指数始终处于平稳上升的变化趋势,而状态指数变化较为显著,出现大幅度增加的变化态势。从空间变化来看,2009—2015年,研究区土地利用系统健康水平发生较大变化。2009年红寺堡安置区各乡镇土地利用系统整体健康水平不高,健康等级主要以病态和不健康为主。其中红寺堡镇和太阳山镇的土地利用系统健康等级最低,处于病态状态;柳泉乡和大河乡处于不健康状态,而新庄集乡健康等级最高。2015年红寺堡安置区土地利用系统健康水平不断提高,各县镇健康水平均有所改善,全区健康等级主要以临界健康为主。红寺堡镇、柳泉乡和大河乡处于临界健康状态,太阳山镇健康等级最低,而新庄集乡仍处于高等级健康状态。通过利用灰色关联模型证明了人口自然增长率和人口土地负荷量以及城市绿地面积、空气环境质量等生态环境因子与土地利用系统健康水平具有较高的相关性。说明上述因子对研究区土地利用系统健康水平具有重要的影响作用。同时也表明生态移民安置区的土地利用不仅要进行合理规划,而且更要注重综合效益的提高,重视人口和环境系统对土地利用系统的影响程度。

生态移民是被赋予了具有扶贫和生态建设双重意义的特殊的人口迁移过程,而移民安置区土地健康状况是安置区建设和发展的基础。安置区土地利用系统健康性评价可以反映人类活动对土地利用系统的影响程度,可为移民安置区建设和发展提供科学参考和决策依据。安置区土地利用系统健康状况不仅

受到人类活动过程的影响,而且受外部自然环境、政策导向以及领导者主观意愿等因素的影响。如何实现安置区土地资源的持续发展,不仅需要先进的经验和技能,更需要立足研究区实际状况,准确评价土地利用系统健康程度。因此,在评价系统和评价指标的运用和选取上应进行更深入的探讨,使其更加具有适应性、针对性和合理性。本文采用P—S—R模型,选取土地利用系统的经济性和社会性和生态性指标,构建评价指标体系,但在评价方法的应用、指标选择的合理性和针对性上仍需进一步探讨。同时,安置区民俗习惯、生产生活方式都会对安置区土地利用系统健康性产生影响,这也是本文需要进一步探讨的部分。

### 参考文献:

- [1] 刘芳,闫慧敏,刘纪远,等. 21世纪初中国土地利用强度的空间分布格局[J]. 地理学报,2016,71(7):1130-1143.
- [2] 刘纪远,匡文慧,张增祥,等. 20世纪80年代末以来中国土地利用变化的基本特征与空间格局[J]. 地理学报,2014,69(1):3-14.
- [3] 何新,姜广辉,张瑞娟,等. 基于PSR模型的土地生态系统健康时空变化分析:以北京市平谷区为例[J]. 自然资源学报,2015,30(12):2057-2068.
- [4] Stott W. For the health of the land: previously unpublished essays and other writings [J]. Environmental History,1999,5(4):573-574.
- [5] Benites J R, Mccollum R E, Naderman G C. Production efficiency of intercrops relative to sequentially-planted sole crops in a humid tropical environment [J]. Field Crops Research, 1993,31(1/2):1-18.
- [6] Moussiopoulos N, Achillas C, Vlachokostas C, et al. Environmental, social and economic information management for the evaluation of sustainability in urban areas: A system of indicators for Thessaloniki, Greece [J]. Cities, 2010,27(5):377-384.
- [7] Spangenberg J H. Environmental space and the prism of sustainability: frameworks for indicators measuring sustainable development [J]. Ecological Indicators, 2002,2(3):295-309.
- [8] 洪惠坤,廖和平,魏朝富,等. 基于改进TOPSIS方法的三峡库区生态敏感区土地利用系统健康评价[J]. 生态学报,2015,35(24):8016-8027.
- [9] 郭杰,吴斌. 土地利用系统健康评价[J]. 中国土地科学,2011,25(4):71-77,96.
- [10] 蔡为民,唐华俊,陈佑启,等. 土地利用系统健康评价的框架与指标选择[J]. 中国人口·资源与环境,2004,14(1):31-35.
- [11] 姚岚,吴次芳,吕添贵,等. 基于三角模型的喀斯特地区土地利用系统健康评价[J]. 农业工程学报,2015,31(14):246-254.

- [12] 刘宝涛, 郝瑞卿, 王冬艳, 等. 基于灰色关联模型的吉林省土地利用系统健康诊断[J]. 中国农业资源与区划, 2016, 37(10): 9-17.
- [13] 路正, 陈英, 魏苹, 等. 基于熵权可拓物元模型土地利用系统健康诊断: 以河西走廊为例[J]. 干旱地区农业研究, 2017, 35(1): 258-263.
- [14] 郑华伟, 张锐, 杨兴典, 等. 基于 PSR 模型的土地利用系统健康评价及障碍因子诊断[J]. 长江流域资源与环境, 2012, 21(9): 1099-1105.
- [15] 陆丽珍, 詹远增, 叶艳妹, 等. 基于土地利用空间格局的区域生态系统健康评价: 以舟山岛为例[J]. 生态学报, 2010, 30(1): 245-252.
- [16] 杨丹, 叶长盛. 南昌市土地利用系统健康评价及障碍因素诊断[J]. 东华理工大学学报: 社会科学版, 2013, 32(3): 320-326.
- [17] 张锐, 刘友兆, 丑建立. 中国土地利用系统健康动态评价[J]. 水土保持通报, 2014, 34(2): 197-203.
- [18] 徐浩田, 周林飞, 成遣. 基于 PSR 模型的凌河口湿地生态系统健康评价与预警研究[J]. 生态学报, 2017, 37(24): 8264-8274.
- [19] 高洁芝, 夏梦蕾, 孟展, 等. PSR 框架下土地生态系统健康诊断[J]. 江苏农业科学, 2017, 45(11): 240-243.
- [20] 韩晓佳, 王亚娟, 刘小鹏, 等. 基于不同利益相关者认知分析的生态移民安置区生态风险识别[J]. 应用生态学报, 2017, 28(9): 3061-3070.
- [21] 牛明香, 王俊, 徐宾铎. 基于 PSR 的黄河河口区生态系统健康评价[J]. 生态学报, 2017, 37(3): 943-952.
- [22] 张晓琴, 石培基. 基于 PSR 模型的兰州城市生态系统健康评价研究[J]. 干旱区资源与环境, 2010, 24(3): 77-82.
- [23] 高洁芝, 夏梦蕾, 孟展, 等. PSR 框架下土地生态系统健康诊断[J]. 江苏农业科学, 2017, 45(11): 240-243.
- [24] 梁变变, 石培基, 王伟, 等. 基于 RS 和 GIS 的干旱区内陆河流域生态系统质量综合评价: 以石羊河流域为例[J]. 应用生态学报, 2017, 28(1): 199-209.
- [25] 刘玘玘, 汪妮, 解建仓, 等. 基于熵权法的城市生态系统健康模糊评价[J]. 武汉大学学报: 工学版, 2014, 47(6): 755-759.
- [26] 孟展, 张锐, 刘友兆, 等. 基于熵值法和灰色预测模型的土地生态系统健康评价[J]. 水土保持通报, 2014, 34(4): 226-231.

~~~~~

(上接第 264 页)

- [17] 贺春雄. 延安治沟造地工程的现状、特点及作用[J]. 地球环境学报, 2015, 6(4): 255-260.
- [18] 陕西省统计局, 国家统计局陕西调查总队. 陕西统计年鉴[M]. 北京: 中国统计出版社, 2006-2014.
- [19] 杨屹, 加涛. 21 世纪以来陕西生态足迹和承载力变化[J]. 生态学报, 2015, 35(24): 7987-7997.
- [20] 张佩佩, 董锁成, 李泽红, 等. 甘南藏族自治州城镇化与生态环境耦合协调关系[J]. 资源开发与市场, 2017, 33(1): 33-38.
- [21] 谢鸿宇, 王羚郦, 陈贤生, 等. 生态足迹评价模型的改进与应用[M]. 北京: 化学工业出版社, 2008.
- [22] 赵鹏宇, 步秀芹, 崔嫱, 等. 2004—2013 年忻州市生态足迹和承载力变化[J]. 水土保持研究, 2017, 24(4): 373-378.
- [23] 徐中民, 陈东景, 张志强, 等. 中国 1999 年的生态足迹分析[J]. 土壤学报, 2002, 39(3): 441-445.
- [24] Shannon C E. The mathematical theory of communication[J]. Bell System Technical Journal, 1948, 5(1): 3-55.
- [25] Ulanowicz R E. Growth and Development: Ecosystems Phenomenology[M]. New York: Springer Science & Business Media, 1986.
- [26] 吴隆杰. 基于生态足迹指数的中国可持续发展动态评估[J]. 中国农业大学学报, 2005, 10(6): 94-99.

~~~~~

(上接第 269 页)

- [8] 杨伟州. 基于景观指数的昌黎县耕地细碎化及其与耕地利用效率关系研究[D]. 河北保定: 河北农业大学, 2016.
- [9] 吴良林, 罗建平, 李漫. 基于景观格局原理的土地规模化整理潜力评价方法[J]. 农业工程学报, 2010, 26(2): 300-306.
- [10] 邵一希, 李满春, 陈振杰, 等. 地理加权回归在区域土地利用格局模拟中的应用: 以常州市孟河镇为例[J]. 地理科学, 2010, 30(1): 92-97.
- [11] 郭硕, 杨伟州, 魏明欢, 等. 基于地理加权回归的青龙满族自治县耕地细碎化及影响因子分析[J]. 水土保持研究, 2017, 24(3): 264-269.
- [12] 吴莉, 侯西勇, 徐新良. 环渤海沿海区域耕地格局及影响因子分析[J]. 农业工程学报, 2014, 30(9): 1-10.
- [13] 臧亮, 张慧, 赵红安, 等. 黄骅市土壤含盐量空间变异特征和影响因素分析[J]. 土壤通报, 2017, 48(3): 545-551.
- [14] 谢花林, 刘黎明, 李波, 等. 土地利用变化的多尺度空间自相关分析: 以内蒙古翁牛特旗为例[J]. 地理学报, 2006, 61(4): 389-400.