

文章编号: 1007-6301 (2002) 03-0204-12

# 区域土地可持续利用指标体系 框架的构建与评价

陈百明

(中国科学院地理科学与资源研究所, 北京 100101)

**摘要:** 为了建立区域土地可持续利用指标体系, 必须透彻了解区域土地利用系统的结构、功能特点以及土地可持续利用的目标, 准确反映不同区域土地可持续利用水平、诸多方面的协调发展状况及其相互作用的结果信息。据此, 本文选取相互独立且反映各方面特征的典型敏感指标, 构建了包括目标层、准则层、因素层、元素层四个层次的土地可持续利用评价指标体系的结构框架。目标层从宏观层次刻画土地可持续利用系统作用规律, 反映区域土地利用系统的总体状况。准则层是对评价目标的分解, 是为了进一步表征区域土地利用系统中各部分对区域土地可持续利用的作用和影响, 包括生产性、稳定性、保护性、经济活力、可接受性。因素层表征土地利用系统中每个方面的作用和影响, 每个评价因素由若干评价元素具体表述。元素层是指标体系的最小组成单位, 作为表征评价因素的基础指标, 是评价因素中可持续利用水平的具体量度。

**关键词:** 土地可持续利用; 指标体系; 区域; 框架

**中图分类号:** F301.24      **文献标识码:** A

## 1 引言

土地可持续利用可以理解为在生态(自然)方面应具有适宜性, 经济方面应具有获利能力, 环境方面能实现良性循环, 社会方面应具有公平和公正性。由于土地可持续利用研究成果是土地利用规划的重要基础, 以及作为土地管理决策支持与效果评价的主要依据, 所以土地可持续利用研究应突破土地利用研究停留在概念和一般理论, 以及局部性案例研究的局面, 通过全面的具体指标体系及其评价标准研究使可持续利用走向实质性深入, 同时要密切服务于应用目标, 突出可操作性; 在重视现状分析的基础上, 注重生态经济社会过程的研究, 探讨土地利用可持续与否的深层次原因。

土地可持续利用评价具有系统的复杂性、多因素关联性、实现机制的多元性, 以及区域的差异性与特殊性。所以土地可持续利用指标体系和评价方法的理论结构应以土地利用

**收稿日期:** 2002-03; **修订日期:** 2002-04

**基金项目:** 中国科学院创新工程重点项目 (KZCX2-310-05); 国土资源部重点科技项目 (2000209)

**作者简介:** 陈百明 (1951-), 男, 研究员, 博士生导师。主要从事土地评价、开发、利用及生产潜力研究。

的目标——土地利用的方式——影响土地利用的要素——可持续利用的指标——评价标准(范围和阈值)为主线,突出土地利用对生态经济社会过程的影响。在指标设置上,既要突出系统性,也要注意实用性,并注意增加直观性,密切与目标和关键问题的联系。

## 2 指标采集和处理的基本方法

### 2.1 指标选取原则

为了推进土地的可持续利用,开展以区域可持续利用指标体系及评价为核心的定量研究,对于深入认识不同区域土地利用系统的作用机制,加强宏观调控能力具有理论和实践意义。由于区域土地利用系统的复杂性,此项研究目前还相当薄弱,基本处于起步阶段,尚未形成完整的理论和方法体系。为此在广泛调研的基础上,依据土地可持续利用的基本理论,探讨不同区域土地可持续利用目标具体化的指标体系以及不同时段可持续利用目标的定量分析和评价方法,可以深化土地可持续利用研究,为土地可持续利用的宏观决策提供理论支持。

土地的可持续利用评价指标体系作为一种政策导向,既要体现以土地为载体的诸多方面协调发展的主导思想,又要使各评价指标成为表征区域土地的可持续利用系统的众多指标中最灵敏、最便于度量、内涵最丰富的主导性指标,使该指标体系可准确描述区域土地利用系统的状态变化趋势。为此在设计评价指标体系时,确定了以下应遵循的原则:反映土地的可持续利用思想的主要内涵;体现全国普适性的指标和具有地域特征的区域性指标;提高指标选取的科学性、可操作性及相对完备性;数据的现成性、灵敏性和可量化性。

### 2.2 评价指标的标准化转换

在土地可持续利用评价中,需要选取许多指标进行评价。这些指标因为性质不同,其取值的范围也相差很大,不具有直接可比性,尤其在综合评价时不可能直接放在一起。因此,有必要找出一种方法,使得所有指标都转换成可以统一评价的数值,本次研究在设计计算公式时,使各评价指标的指数数值均在 0~1 之间,然后通过系统转换指数,把所有指标的计算值转换成趋于 1 为可持续性强,趋于 0 为可持续性弱。从而可以在这个基础上相加而进行整体评价得到最后的综合指数。在转换过程中采用的主要数学方法有幂转换法、满意度转换法、分级给分法、倒数法等。

## 3 区域土地可持续利用指标体系

面对一个以土地为载体的包括诸多方面的复杂系统,可持续利用评价指标体系要准确反映不同区域可持续利用水平、诸多方面的协调发展状况及其相互作用的结果信息,就必须在透彻了解区域土地利用系统的结构、功能、特点以及可持续利用目标的基础上,选取相互独立且反映各方面特征的典型敏感指标,组建土地的可持续利用评价指标体系的结构框架。为此而设计了包括准则层、因素层、元素层三个层次的结构框架(见表 1)。

表 1 土地可持续利用评价指标体系框架

Tab. 1 Framework of the Indicator System of Land for Sustainable Use

准则层	因素层	元素层
生产性	(1) 农作物生产力指数	农作物潜在生产力、现实生产力
	(2) 草地畜牧业产值指数	区域及全国的平均单位面积产值
	(3) 林木生长指数	区域及全国的平均单位面积蓄积量、生长量
	(4) 农用地产值指数	区域及全国平均的单位面积产值
	(5) 建设用地产值指数	区域及全国平均的单位面积二、三产业净产值
保护性	(1) 土壤肥力指数	土壤有机质、速效氮、速效磷、速效钾指数
	(2) 水土保持指数	水土流失强度指数、水土流失面积指数
	(3) 沙化治理指数	沙地扩展面积、沙化土地总面积
	(4) 盐渍化指数	土壤盐渍化面积、耕地面积
	(5) 潜育化指数	水田潜育化面积、水田总面积
	(6) 水质指数	不同级别的水面面积、比例
	(7) 超载过牧指数	现实牲畜头数、理论载畜量
	(8) 水资源平衡指数	可供水量、实际需水量（75% 保证率）
	(9) 土壤环境质量指数	受污染的耕地面积、耕地总面积
	(10) 基本农田保护指数	实际保护的基本农田面积、基本农田总面积
稳定性	(1) 农业生产稳定指数	有效灌溉面积、旱涝保收面积、旱涝抗逆指数
	(2) 粮食稳定性指数	单产年际变异系数
	(3) 草地畜牧业稳定性指数	产值年际变异系数
	(4) 森林稳定性指数	消长比、森林覆盖率
	(5) 建设用地的稳定性指数	产值年际变异系数
经济活力	(1) 种植业收益指数	投入成本、产出量
	(2) 草地畜牧业收益指数	投入成本、产出量
	(3) 林业收益指数	区域及全国的林业产值与中间消耗值
	(4) 土地 GDP 指数	区域及全国的单位面积土地 GDP
可接受性	(1) 人口压力指数	土地的人口承载力、实际人口
	(2) 收入差异指数	区域及全国的基尼系数
	(3) 人均耕地指数	人均耕地、区域性人均耕地阈值
	(4) 土地案件指数	区域及全国平均的土地案件立案件数

3.1 生产性评价指标

(1) 农作物生产力指数

农作物生产力指数可以通过现实生产力与潜在生产力的比值获得，其中现实生产力可以用评价年份的实际农作物（主要作物）产量，潜在生产力可以通过计算获得。在得到实际的农作物产量和潜在生产能力以后，通过计算两者的比值，即可揭示其生产力水平，越趋近 1，则表示生产力水平越高。

农作物生产力指数 = 实际农作物产量 / 潜在生产能力

注：系统转换指数同实际计算数值。

(2) 草地畜产品产值指数

草地畜产品产值指草地畜牧业生产出的所有畜产品的经济价值，反映草地经济生产力

的高低。通过单位面积草地上的畜产品产值反映。产值指数通过计算该区单位面积草地上的畜产品产值与全国平均的单位面积草地上的畜产品产值的比值得出。

草地畜产品产值指数 = 该区每公顷草地的产值 / 全国平均每公顷草地的产值

注: 若计算值小于 1, 系统转换指数同实际计算数值, 如大于 1, 则系统转换指数取值为 1。

### (3) 林木生长指数

通过选择森林蓄积量和森林年生长量作为评价元素, 以区域与全国平均值之比分别求出指数, 再以两者的综合得出林木生长指数。

森林蓄积量指数 = 该区单位面积森林蓄积量 / 全国平均的单位面积森林蓄积量

森林年生长量指数 = 该区单位面积森林年生长量 / 全国平均的单位面积森林年生长量

两者综合的计算公式为:

林木生长指数 =  $0.5 \times \text{森林蓄积量指数} + 0.5 \times \text{森林年生长量指数}$

注: 系统转换指数同实际计算数值, 如大于 1, 则系统转换指数取值为 1。

### (4) 农用地产值指数

农用地指直接用于农业生产的土地, 包括耕地、林地、草地、农田水利用地、养殖水面等。为此可以由统计资料中的农、林、牧、及淡水渔业四部分产值之和近似反映农用地总产值, 通过该区单位面积的农用地总产值与全国平均的单位面积农用地总产值的比较, 评价该区农用地方面的收益水平。

农用地产值指数 = 该区单位面积农用地产值 / 全国平均的农用地产值

注: 若计算值小于 1, 系统转换指数同实际计算数值, 如大于 1, 则系统转换指数取值为 1。

### (5) 建设用地指数

建设用地指建造建筑物、构筑物的土地, 包括城乡住宅和公共设施用地、工矿用地、交通水利设施用地、旅游用地、军事设施用地等。由于建设用地的经济效益基本体现在第二、三产业的产值方面, 为此选择区域和全国平均的单位面积的第二、三产业的产值的比较, 反映区域建设用地的生产效益。

建设地产值指数 =  $\frac{\text{该区单位面积第二、三产业产值}}{\text{全国平均单位面积第二、三产业产值}}$

注: 若计算值小于 1, 系统转换指数同实际计算数值, 如大于 1, 则系统转换指数取值为 1。

## 3.2 保护性评价指标

### (1) 土壤肥力指数

土壤肥力变化一般以土壤有机质、速效氮、速效磷、速效钾等数据可以反映土壤肥力变化。在计算土壤肥力指数时, 先分别计算土壤有机质、速效氮、速效磷、速效钾指数。土壤普查中规定的 1、2 级为丰, 3、4 级为中, 5、6 级为缺。

单项指数 =  $(2 \times \text{丰} \% + 1 \times \text{中} \% + 0 \times \text{缺} \%) / 2$

有机质、速效氮、速效磷、速效钾权重分别为 0.4、0.2、0.2、0.2 计算综合指数。

土壤肥力指数 =  $0.4 \times \text{有机质指数} + 0.2 \times \text{速效氮指数} + 0.2 \times \text{速效磷指数} + 0.2 \times \text{速效钾指数}$

注: 系统转换指数同实际计算数值。

#### (2) 水土保持指数

在我国现行的水土流失调查方法中, 水土流失级别以侵蚀模数为划分依据。水利部在 1997 年发布了强制性标准《土壤侵蚀分类分级标准》, 其中规定各地区“土壤容许流失量”(即土壤侵蚀模数的阈值)。侵蚀模数虽能反映流失状况, 但在一些地区由于观测条件的限制难以做到。在此情况下可以通过遥感技术手段满足需求, 特别是遥感数据还能够反映水土流失面积的信息, 而水土流失状况恰恰需要从强度和面积两方面考虑。

$$\text{水土流失面积指数} = 1 - (\text{水土流失面积} / \text{土地总面积})$$

$$\text{水土流失强度指数} = \text{土壤侵蚀模数} / \text{土壤容许流失量}$$

两者综合为:

$$\text{水土保持指数} = 0.6 \times \text{水土流失面积指数} + 0.4 \times \text{水土流失强度指数}$$

注: 水土流失强度指数在 1.0 以下时为优而取 1.0, 大于 1.5 时取零, 1.0 到 1.5 时根据满意度转换法可得系统转换指数 =  $(1.5 - \text{指数}) / (1.5 - 1.0)$ 。水土保持指数系统转换指数同实际计算数值。

#### (3) 沙化治理指数

土地沙化成因主要是由于人为的不合理开发造成的, 如过度樵采破坏植被、过度放牧、农垦开发、水资源利用不当, 工矿交通建设破坏植被等, 土地沙化对农业生产和生态环境的危害极大, 能毁坏农田, 使农林牧业生产遭受重大损失, 因而是反映区域土地可持续利用状况的重要指标。可以用来分析人类的经济活动, 特别是农业生产活动对土地沙化过程的影响及其作用程度。

$$\text{沙化治理指数} = 1 - (\text{土地沙化扩大面积} / \text{沙化土地总面积})$$

注: 系统转换指数同实际计算数值。

#### (4) 盐渍化指数

土地盐渍化是用以分析人类的经济活动对于土地盐渍化状态变化的影响和作用程度。土地盐渍化可以导致土地利用系统的变化, 即不耐盐的植被逐渐衰亡, 只残存少量耐盐渍植物, 造成地面植被稀疏, 土壤裸露, 蒸发量增大, 盐渍化进程因之更为加剧。盐渍化土壤的有机质含量低、微生物活动能力差、土壤板结, 是我国主要中低产耕地类型之一。盐渍土地的径流因含盐量多, 还会造成水域污染。

$$\text{盐渍化指数} = 1 - (\text{耕地盐渍化面积} / \text{耕地总面积})$$

注: 系统转换指数同实际计算数值。

#### (5) 潜育化指数

南方热带、亚热带地区水田次生潜育化问题十分突出。土壤次生潜育化与土地次生盐渍化一样, 主要也是由于土壤管理不善或灌排不当而引起的。水田次生潜育化面积的扩大已成为提高水田生产率的主要障碍之一。由于土壤潜育化主要发生在水田, 故在计算时用水田潜育化面积占水田面积的百分比。

$$\text{潜育化指数} = 1 - (\text{水田潜育化面积} / \text{水田总面积})$$

注: 系统转换指数同实际计算数值。

#### (6) 水质指数

水的污染源主要是工业废水、生活污水和废弃物、农业投入物中的有机物污染(如农

药、化肥、农机用油料等)。污染物的排放通过多种方式进入水体,除了饮用水受到污染直接危害人类和牲畜以外,受到污染的水在灌溉作物时,直接在土壤环境中积累,逐渐富集到作物(包括蔬菜)中去,影响作物的产量和质量,并通过食物链进入到人体,间接危及人类的健康和安全。此外受到污染的灌溉水还能引起其它水体环境的污染。国家环保局在综合考虑 pH 值、总悬浮物、COD、BOD、亚硝酸态氮、硝酸态氮、挥发性酚、氰化物、砷、汞、铬、镉、铅、铜、锌等评价参数,制订水体的不同质量标准,分别定为一、二、三、四、五级。

$$\text{水质指数} = (2 \times \text{一级} \% + 1.5 \times \text{二级} \% + 1.0 \times \text{三级} \% + 0.5 \times \text{四级} \% + 0 \times \text{五级} \%)/2$$

注:系统转换指数同实际计算数值。

#### (7) 超载过牧指数

我国草原面积虽然较大,但长期以来由于不合理的利用,致使草场面积逐年缩小,质量不断下降,其原因之一就是超载过牧。它会影响牧草的正常生长发育、繁殖,造成草场退化。因此以草定畜,合理安排载畜量,是防止草场退化,保证草场资源得以永续利用的重要措施。判断是否超载过牧,涉及到现实牲畜头数与理论载畜量的比值,理论载畜量是指在一定的草地面积上,在维持草地植被不断更新与正常生长,对草地适度放牧天数等多个参数,计算较为复杂。但我国已开展过不少工作,研究方法较为成熟,可以借用。

$$\text{超载过牧指数} = \text{现实牲畜头数} / \text{理论载畜量}$$

注:设指数在 1.0 以下时为优而取 1.0,大于 1.3 时取 0,1.0 到 1.3 时根据满意度转换法可得系统转换指数 =  $(1.3 - \text{指数}) / (1.3 - 1.0)$ 。

#### (8) 水资源平衡指数

水资源平衡,指可供水量与实际需水量之间的关系,本义上特别指农田用水供需平衡。水资源的可供水量与其开发技术水平有关;实际需水量与生产发展程度、人民生活水平及水资源利用技术等有关。故在不同时期可供水量与实际需水量是可变的,农业水资源包括农业生产过程中所能利用的各种水源,除通过引水、抽水等措施从地表水或地下水资源中取得外,还可由作物根系直接吸收利用贮存于土壤中的水分。增加作物利用量的方式不是通过水利工程,而主要是采取农业措施,这是农业水资源区别于工业水资源、生活用水等资源最突出的特点。随着水资源供需矛盾的尖锐化,农业水资源的研究等逐步深入。考虑到农业用水在实际生活中不可能脱离工业用水和生活用水,因而此指标主要指 75% 保证率下水资源供需平衡状况:供水量主要指各类工程可以控制的水量,需水量包括农业用水、工业用水和生活用水。

$$\text{水资源平衡指数} = \text{实际需水量} / \text{可供水量}$$

注:设指数在 1.0 以下时为优而取 1.0,大于 1.3 时取零,1.0 到 1.3 时根据满意度转换法可得系统转换指数 =  $(1.3 - \text{比值}) / (1.3 - 1.0)$ 。

#### (9) 土壤环境质量指数

国家环保总局制定了土壤环境质量标准 (GB 15618—1995)。该标准按土壤应用功能、保护目标和土壤主要性质,规定了土壤中污染物的最高允许浓度指标值及相应的监测方法。根据土壤应用功能和保护目标,划分为三类:Ⅰ类主要适用于国家规定的自然保护区(原有背景重金属含量高的除外)、集中式生活饮用水源地、茶园、牧场和其他保护地区的土壤,

土壤质量基本保持自然背景水平。II类主要适用于一般农田、蔬菜地、茶园、果园、牧场等土壤,土壤质量基本上对植物和环境不造成危害和污染。III类主要适用于林地土壤及污染物容量较大的高背景值土壤和矿产附近等地的农田土壤(蔬菜地除外)。土壤质量基本上对植物和环境不造成危害和污染。在此基础上又划分了标准分级。其中:一级标准为保护区自然生态,维持自然背景的土壤环境质量的限制值。二级标准为保障农业生产,维护人体健康的土壤限制值。三级标准为保障农林业生产和植物正常生长的土壤临界值。各类土壤环境质量执行标准的级别规定为: I类土壤环境质量执行一级标准; II类土壤环境质量执行二级标准; III类土壤环境质量执行三级标准。

$$\text{土壤环境质量指数} = \text{I} \times \text{一级}\% + \text{II} \times \text{二级}\% + \text{III} \times \text{三级}\%$$

式中 I、II、III分别指I、II、III类土壤所占面积的比例,一级%指I类土壤达到一级标准的百分比、二级%指II类土壤达到二级标准的百分比、三级%指III类土壤达到三级标准的百分比。

注: 系统转换指数同实际数值。

#### (10) 基本农田保护指数

当前我国农田保护以划定基本农田保护区形式,在县域组织实施。一般操作模式是县级政府根据上级下达基本农田保护和建设预留地面积指标,考虑该区农田现状及农田后备资源潜力,规划基本农田保护区,确定需保护的基本农田面积和分布,将基本农田面积指标分解到乡级单位。在规划基础上,划区定界,将基本农田落实到实地和制图,然后建立基本农田保护区,制定管理措施并实施保护。然而,目前已经划定的基本农田保护区并未完全得到保护,所以需要考虑实际得到保护的基本农田面积。

$$\text{基本农田保护指数} = \text{实际得到保护的基本农田面积} / \text{规划的农田保护面积}$$

注: 系统转换指数同实际计算数值。

### 3.3 稳定性评价指标

#### (1) 农业生产稳定指数

考虑数据的可获取性和科学意义,选择有效灌溉面积百分比、旱涝保收面积占灌溉面积百分比以及旱涝抗逆指数三个指标。有效灌溉面积反映了水利建设程度,其占耕地比值越高,则整个农业系统受干旱威胁越小。旱涝保收耕地是农业耕地中的精华,在任何旱涝情况下都能保证顺利的排灌水,受自然影响最小,由于其一般属于有效灌溉面积之内,故以旱涝保收面积占灌溉面积百分比作为补充,以免和有效灌溉面积百分比重复。旱涝抗逆指数(1-成灾面积/受灾面积)主要从系统响应角度来选取的,这是因为农业受灾不一定成灾,取决于系统的抗干扰功能。上述有效灌溉面积百分比、旱涝保收面积占灌溉面积百分比以及旱涝抗逆指数三个指标共同组成农业生产稳定指数,以反映土地利用系统的抗干扰稳定状况。

$$\text{农业生产稳定指数} = (n_1 + n_2 + n_3) / 3$$

式中  $n_1$  为有效灌溉面积占耕地面积百分比,  $n_2$  为旱涝保收面积占有效灌溉面积百分比,  $n_3$  为1与成灾面积占受灾面积的百分比之差。

注: 系统转换指数同实际计算数值。

#### (2) 粮食稳定性指数

土地资源开发利用引起该区自然要素的改变,使得整个系统改变了其原有的特征,如

果开发利用方式适应自然规律, 整个系统朝着协调的方向发展, 处于一种良性循环状态, 能够使得农业生产比较稳定, 不至于大起大落; 反之, 系统自调节能力减弱, 作物抵抗外界干扰能力低, 农业生产就忽高忽低。此外, 由于作物总产和种植面积等受经济社会因素影响较大, 经常处于一种变动当中, 而作物单产却不存在这种情况, 因为不管市场等经济社会因素影响多大, 人们总是期望在固定的面积上生产出较多的产品。所以, 主导的或优势的作物的单产稳定状况就成为最能反映土地利用系统稳定状况的指标。可以通过计算各年单产与多年平均单产 (一般可取前 5 年) 的差距衡量稳定性程度。

$$F = 1 - \left[ \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n ((D_i - D)^2)^{\frac{1}{2}} \right] / D$$

式中  $F$  为粮食稳定性指数,  $D_i$  为第  $i$  年粮食单产,  $D$  为平均单产,  $n$  为所选年的个数。

注: 系统转换指数同实际计算数值。

### (3) 草地畜牧业稳定性指数

如前所述, 草地畜牧业产值指草地生产出的所有畜产品的经济价值, 反映草地经济生产力的高低。通过单位面积草地上的畜产品产值反映。草地产值稳定性指数则通过计算各年单位面积草地产值与多年平均的单位面积草地产值 (一般可取前 5 年) 的差距衡量稳定性程度,

$$G = 1 - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n ((D_i - D)^2)^{\frac{1}{2}} / D$$

式中  $G$  为草地畜牧业稳定性指数,  $D_i$  为第  $i$  年单位面积草地畜牧业产值,  $D$  为多年平均的单位面积草地产值,  $n$  为所选年的个数。

注: 系统转换指数同实际计算数值。

### (4) 森林稳定性指数

选择森林消长比指数和森林覆盖率指数作为评价森林稳定性的指标。

森林消长比指数: 在开发利用森林资源的时候, 必须从森林本身的特点出发, 根据其生长情况合理地确定利用强度, 使森林资源的消耗量小于或等于森林的生长量, 只有这样才能满足可持续发展的要求。故需选取年采伐量与年生长量比值作为胁迫指标, 其中年生长量约等于蓄积量与年生长率的乘积。

森林覆盖率指数: 森林覆盖率通常是指森林面积占总土地面积的百分比, 在计算森林覆盖率时, 森林面积包括郁闭度 0.2 以上的乔木林地面积和竹林地面积, 国家特别规定的灌木林地面积、农田林网树以及四旁林木的覆盖面积。森林覆盖率是衡量森林生态效益和森林资源多少的尺度。显然不同区域的理想森林覆盖率数据应有所不同, 其目标值要根据各区域的实际情况确定。就全国范围来说, 现有的森林覆盖率远低于应该达到的水平, 因此在一般情况下, 可以用各区域近期森林覆盖规划目标平均值或可以参考原林业部提出的山区、丘陵、平原的规定值 (75%、45% 和 20%) 作为标准。

$$\text{森林消长比指数} = \text{采伐量} / \text{生长量}$$

$$\text{森林覆盖率指数} = \text{实际森林覆盖率} / \text{森林覆盖规划目标值}$$

两者综合的计算公式为:

$$\text{森林生长指数} = 0.5 \times \text{森林消长比指数} + 0.5 \times \text{森林覆盖率指数}$$

注: 森林覆盖率指数的系统转换指数同实际计算数值。设森林消长比指数  $[0.8,$



1.0] 时为优, 而取 1.0; 大于 1.5 时取 0, 根据满意度转换法可得森林消长比指数的系统转换指数 =  $(1.5 - 1.375) / (1.5 - 1.0) = 0.25$ 。两者综合为森林生长指数时, 系统转换指数同实际数值。

#### (5) 建设用地稳定性指数

随着建设用地面积不断扩大, 大致反映其经济效益的二、三产业的产值逐年增加, 有力地促进了经济社会发展的需求。同时也出现城市面积扩展速度过快, 城乡住宅用地、工矿用地规模过大, 侵占耕地、林地、水域等问题。建设用地稳定性可以通过以其为载体的二、三产业产值稳定性反映, 即通过计算各年二、三产业产值与多年平均的二、三产业产值 (一般可取前 5 年) 的差距衡量建设用地稳定性程度。

$$C = 1 - \left[ \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (D_i - D)^2 \right]^{\frac{1}{2}} / D$$

式中  $C$  为建设用地稳定性指数,  $D_i$  为第  $i$  年单位面积二、三产业产值,  $D$  为多年平均的单位面积二、三产业产值,  $n$  为所选年的个数, 一般可取 5。

注: 系统转换指数同实际数值。

### 3.4 经济活力评价指标

#### (1) 种植业收益指数

通过分析投入产出比, 即投入量与产出量的比例, 可以作为反映种植业经济效益的重要指标。根据统计年鉴提供的数据, 产投比可以通过种植业产值与中间消耗值之比得到, 种植业收益指数可以通过区域种植业产投比与全国平均的种植业产投比之间的比值得到。

种植业产投比 = 种植业产值 / 种植业中间消耗值

种植业收益指数 = 区域种植业产投比 / 全国平均的种植业产投比

注: 若计算值小于 1, 系统转换指数同实际计算数值; 如大于 1, 则系统转换指数取值为 1。

#### (2) 草地畜牧业收益指数

通过分析投入产出比, 即投入量与产出量的比例, 可以作为反映草地经济效益的重要指标。根据统计年鉴提供的数据, 产投比可以通过总产值与中间消耗值之比得到, 草地畜牧业收益指数可以通过区域草地畜牧业产投比与全国平均的草地畜牧业产投比之间的比值得到。

草地畜牧业产投比 = 草地畜牧业总产值 / 草地畜牧业中间消耗值

草地畜牧业收益指数 = 区域草地畜牧业产投比 / 全国平均的草地畜牧业产投比

注: 若计算值小于 1, 系统转换指数同实际计算数值; 如大于 1, 则系统转换指数取值为 1。

#### (3) 林业收益指数

通过分析投入量与产出量之比, 可以作为反映林业经济效益的重要指标。根据统计年鉴提供的数据, 产投比可以通过林业产值与林业中间消耗值之比得到, 而林业收益指数可以通过区域林业产投比与全国平均的林业产投比之间的比值得到。

林业产投比 = 林业产值 / 林业中间消耗值

林业收益指数 = 区域林业产投比 / 全国平均的林业产投比

注: 若计算值小于 1, 系统转换指数同实际计算数值; 如大于 1, 则系统转换指数取值为 1。

为 1。

#### (4) 土地 GDP 指数

国内生产总值 (GDP) 指一个国家或区域所有常住单位在一定时期内生产活动的最终成果, 可以分为三种表现形态, 即价值形态、收入形态和产品形态。从价值形态看, 它是所有常住单位在一定时期内生产的全部货物和服务价值超过同期中间投入的全部非固定资产货物和服务价值的差额, 即所有常住单位的增加值之和。国内生产总值 (GDP) 可以反映一个国家或区域的生产水平和状况, 也间接反映一个国家或区域的土地资源利用的经济水平。而通过单位土地面积 (农用地和建设用地, 下同) 的 GDP 则反映剔除区域面积大小影响的相对水平和状况, 土地 GDP 指数则通过区域与全国平均值的比较, 反映区域的相对水平和状况。

土地 GDP 指数 = 区域单位面积土地 GDP 值 / 全国平均的单位面积土地 GDP 值

注: 系统转换指数同实际数值, 若指数大于 1, 系统转换指数均取值为 1。

### 3.5 可接受性评价指标

#### (1) 人口压力指数

要进行全面的土地可持续利用评价, 必须选择合适指标反映人口压力。粮农组织 (FAO) 采用的 AEZ 方法是以地区的资源要素及组合特征为基础, 以限制因子定律为指导, 考虑因子全面, 具有良好的生态学理论基础, 因而研究结果作为人口承载压力是合适的。此外人口压力指数中的现实人口有时要根据情况作些调整。人口压力指数主要是反映人口对土地利用系统开发的压力, 但城市人口非常集中, 简单地在研究区中加上或除去城市人口会干扰正常的结果。因此, 在实际应用时可作相应调整: 当城市人口的基本生活物资 (如粮、油、蔬菜、水果等) 都是所在地区供应时, 应全部考虑在内, 否则应根据所在地区向城市提供的基本生活物资占城市总消费物资比例来考虑部分人口。

人口压力指数 = 实际人口 / 潜在承载人口

注: 设人口压力指数小于 1.0 时为优而取 1.0, 比值大于 1.4 时取 0, 根据满意度转换法可得系统转换指数 =  $(1.4 - \text{指数}) / (1.4 - 1.0)$ 。

#### (2) 收入差异指数

基尼系数是 1922 年意大利经济学家基尼根据洛伦茨曲线找出了判断分配平等程度的指标。设实际收入分配曲线和收入分配绝对平等曲线之间的面积为 A, 实际收入分配曲线右下方的面积为 B, 并以 A 除以 A + B 的商表示不平等程度。这个数值被称为基尼系数或称洛伦茨系数。它的经济含义是: 在全部居民收入中用于不平均分配的百分比。基尼系数最小等于 0, 表示收入分配绝对平均; 最大等于 1, 表示收入分配绝对不平均; 实际的基尼系数介于 0 和 1 之间。一般认为: 基尼系数小于 0.2 为高度平均, 大于 0.6 为高度不平均, 国际上通常将 0.4 作为警戒线。这一监控贫富差距的警戒线, 应该说是许多国家实践经验的一种抽象与概括, 具有一定的普遍意义。但是, 各国国情千差万别, 居民的承受能力及社会价值观念都不尽相同, 所以这种数量界限只能用作各国宏观调控的参照系。

收入差异指数 = 区域基尼系数 / 全国基尼系数

注: 设收入差异指数 1.0 以下时为优而取 1.0, 比值大于 1.4 时取零, 根据满意度转换法可得系统转换指数为  $(1.4 - \text{指数}) / (1.4 - 1.0)$ 。

### (3) 人均耕地指数

耕地是农业生产物质的精华, 是国民经济发展的基础, 特别是对我们这样一个人口众多的发展中国家, 粮食要立足于自给, 更是决定了它具有不可替代的作用。因此, 反映人口和耕地之间的矛盾的人均耕地变化指标可以反映出人类对土地资源生态的影响, 尤其对我国这样一个人口基数大、增加快, 而耕地原本不多, 却又面临不断减少的国家, 更是具有重要的意义。

按照目前经常提到的 FAO 的标准, 人均耕地面积小于 0.053 公顷者, 即为土地资源出现压力的阈值 (当然实际上 FAO 并未提过该标准, 特别是中国应根据不同区域确定标准)。就全国平均而言, 根据 2010 年可能达到的生产能力以及按人均 400 公斤粮食的生活标准, 全国人均耕地面积不应小于 0.0594 公顷 (各区域的人均耕地面积阈值均不同)。达到这一数值时可取值为 0.6, 按幂转换法, 转换系数  $a_i$  为:

$$a_i = \frac{\ln[1 - R(i)]}{-x_i} = \frac{\ln[1 - 0.6]}{-0.0594} = 15.426$$

由此得计算公式为:

$$\text{人均耕地指数} = 1 - e^{-15.426x_i}$$

注: 若计算值小于 1, 系统转换指数同实际计算数值; 如大于 1, 则系统转换指数取值为 1。

### (4) 土地案件指数

有效的土地管理是实现土地资源可持续利用的重要保证, 包括土地使用制度、产权状况、土地税收政策等。如承包责任制的落实, 产权的明晰程度, 征税的规范情况等。这些方面的完善程度和实施的状况反映了土地管理水平的高低, 只有解决目前存在的各种问题, 才能从根本上实现土地资源的可持续利用。然而目前在这方面缺少量化的指标全面反映土地管理的有效性, 或土地管理政策的社会可接受性。从便于量化考虑, 拟采用单位面积土地 (仅包括农用地和建设用地) 的立案件数近似反映。

土地案件指数 =  $1 - (\text{区域单位面积土地立案件数} / \text{全国平均单位面积土地立案件数})$

注: 若计算值小于 0, 系统转换指数直接取 0。

## 参考文献:

- [1] 陈百明 基于建立区域土地可持续利用指标体系的分区方案[J]. 地理科学进展, 2001, 20(3): 247-253
- [2] 陈佑启 等 中国土地利用变化及其影响的建模分析[J]. 地理科学进展, 2000, 19(2): 116-127.
- [3] 王秀兰 等 土地利用动态变化研究方法探讨[J]. 地理科学进展, 1999, 18(1): 81-87.
- [4] 陈百明 土地资源学概论[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 1996 138-143
- [5] 陈百明 等 中国土地可持续利用指标体系的理论与方法[J]. 自然资源学报, 2001, 16(3): 197-202
- [6] 傅伯杰 土地可持续利用评价的指标体系与方法[J]. 自然资源学报, 1997, 12(2): 112-118

## Design and Evaluation of Indicator System of Regional Land for Sustainable Use

CHEN Baoming

(Institute of Geographical Sciences and Natural Resources Research, CA S, Beijing 100101 China)

**Abstract:** In order to develop indicator system of regional land for land sustainable use, structures and functions of regional land use system, as well as objects of regional land for sustainable use, must be intensively understood; land sustainable use level, coordinative development and interactional status in different regions should be accurately reflected. Hereby, this paper selects typical sensitive indicators, which are independent and reflect the features in all aspects, to design the frame of indicator system of regional land for sustainable use, including object level, rule level, factor level and element level. The object level shows acting rule of land use system from the macroscopical level and reflects whole situation of regional land sustainable use. The rule level is the disintegration of the object level, and ulteriorly declare the act and impact of each aspects in land use system for regional land sustainable use, including productivity, protection, security, viability and acceptability. The factor level clues in the act and impact of every part in land use system, and every evaluated factor is concretely delivered by some elements. The element level is the smallest unit of this indicator system, and as the basic indicator describing evaluated factors, is the concrete measurement of sustainable land use degree in this indicator system.

**Key words:** sustainable land use; indicator system; region, framework