

城市土地利用系统健康评价

——以六大城市为实证

张志军^{1,2} 田英洁³ 刘子潇³ 张晓洁⁴ 张杨⁵¹

(1. 自然资源部城市国土资源监测与仿真重点实验室, 广东 深圳 518034;

2. 天津市测绘地理信息研究中心, 天津 300381;

3. 天津市测绘院有限公司, 天津 300381;

4. 天津市规划和自然资源局, 天津 300042;

5. 首都经济贸易大学 城市经济与公共管理学院, 北京 100070)

【摘要】: 在土地利用系统健康内涵界定的基础上, 提出“消耗—状态—调控—反馈”土地利用系统健康评价模型, 并为可持续发展前提下土地利用系统健康状况的客观评价提供一个科学、全面、易操作的评价指标体系。根据“消耗—状态—调控—反馈”土地利用系统健康评价指标体系, 对北京、上海、天津、重庆、广州、深圳 6 个城市进行土地利用系统健康评价。研究表明, 北京市土地利用系统健康评分结果最高, 与广州市同处于亚健康状态; 重庆最低, 与天津同处于不健康状态; 上海和深圳土地利用系统健康状况处于临界值。“消耗—状态—调控—反馈”土地利用系统健康评价模型可以客观、合理地评价中国城市土地利用系统健康状况。

【关键词】: 土地利用 土地利用系统 健康评价

【中图分类号】: F301.2; F062.2 **【文献标识码】:** A **【文章编号】:** 1671-4407(2021)08-079-06

土地作为自然界赋予的自然物和自然力, 其出现远远早于人类和人类社会。土地作为地球系统的自然环境要素, 是实现物质循环、能量转换以及信息传递的基础。人类的出现赋予土地更多内涵, 除了作为自然环境要素, 土地开始被视为自然资源和劳动对象。随着人类社会经济的不断发展, 人类利用土地创造财富、改善环境。为满足人类生产和生活的需求, 土地与各种生产、生活活动深度结合, 土地的性质、内涵不断深化与扩展, 成为涵盖养育、承载、生产、环境、生态等诸多功能的复合概念, 具备极高的经济价值与生态价值^[1-2]。人类通过利用土地追求社会和经济效益的最大化, 一般以两种基本模式实现, 一是从土地

¹**作者简介:** 张志军, 博士, 高级工程师, 研究方向为智慧城市。E-mail: zhangzhijun@whu.edu.cn

张杨, 博士, 副教授, 研究方向为国土空间发展与国土资源可持续利用。E-mail: geozhangyang@yeah.net

基金项目: 自然资源部城市国土资源监测与仿真重点实验室开放基金资助课题“全国主要城市土地利用系统健康评价及优化策略研究”(KF-2018-03-058); 中国人民大学教育基金会林增杰土地科学发展基金优秀学术论文资助项目(2019)

利用广度扩展,不断扩大土地利用面积;二是通过土地利用深度挖潜,增加劳动投入,不断提高土地集约利用程度。前者往往给人类的生存带来空间危机,特别是工业革命展开、世界人口快速上升,以耕地危机和生态空间侵占为代表的空间危机已广泛存在;后者往往在产出提升的同时伴随着巨量资源消耗、污染物与环境影响物产生,两者皆给土地利用系统的健康发展蒙上了一层阴影。为了人类社会的可持续性发展,促进经济、社会、资源和生态环境的和谐统一^[3],有必要进行土地利用系统的健康评价,及时诊断人类活动对土地利用系统造成的损害类型及程度,针对性地改善土地利用系统状况,为土地资源的可持续利用提供理论和实践指导。

1 土地利用系统健康及其评价

早在 1941 年,美国土地伦理学家 Leopold^[4]就提出“土地健康”的概念,并用“land sickness”来描述因人类过度开发利用土地而造成的土地功能紊乱。在全球社会经济快速发展,土地利用强度不断加大的背景下,土地质量下降、生态环境恶化、资源短缺等问题日益凸显,促使大量学者关注土地问题,“土地健康”逐渐成为研究热点。随着土地利用形式的多样化以及土地利用与人类社会经济发展结合程度的提升,土地概念及内涵不断深化与扩展、土地利用系统健康的内涵也在逐步深化。

早期的土地健康研究,以维持土地永续生产力为目标,主要从土地质量角度衡量土地利用系统的健康,如 20 世纪 80 年代,加拿大农业部开始“土壤健康”研究项目,开展全国土地质量调查。1992 年,随着联合国环境与发展大会通过《21 世纪议程》,正式阐明了人类在环境保护与可持续发展中的行动方案,可持续发展理念日渐深入人心。土地利用系统的评价开始倾向于维持生态系统的承载和恢复能力,通过判断生态系统健康来衡量土地利用系统健康。20 世纪 90 年代,联合国粮食及农业组织(FAO)发表《可持续土地利用评价纲要》,确定了土地可持续利用评价的五大标准,即土地生产力、土地安全性、自然资源保护性、经济可行性以及社会可接受性。经济合作与发展组织(OECD)和联合国环境规划署(UNEP)等提出压力—状态—响应(PSR)框架,应用于土地质量监测和环境质量监测^[5-6]。该框架将人类活动带来的环境压力与环境(土地、空气、水等)的状态联系起来,并纳入管理部门制定的环境和经济计划和政策,通常被用于评估系统的可持续发展能力,该框架不仅聚焦于评估对象的状态,同时强调压力和响应对评估对象的未来影响,其评估思路对于土地利用系统的健康评价有着良好的参考意义。目前,土地利用系统被普遍认为是人与自然、环境交互作用的集中表现,是以人类为纽带、以土地利用为基础的,资源—环境—经济—社会复合系统^[7],各个系统要素相互关联、相互影响形成整体。一些学者在此理论基础上构建土地利用系统健康评价体系,如“环境—社会—经济”评价体系^[8]和“结构—功能—效益”评价体系^[9]等。蔡为民等^[9]所提出的“结构—功能—效益”评价体系,认为结构、功能的健康构成了土地利用系统健康的基石,效益构成了土地利用系统的核心,土地利用系统是否健康,一是表现在土地利用系统自身(结构、功能)是否健康;二是土地利用系统对人类(效益)是否健康,进而构建了结构—功能—效益为核心的土地利用系统健康评价体系。国内相关学者基于结构—功能—效益框架开展了大量的土地利用系统健康评价实证工作^[10-13]。但是,该评价体系是一种对土地利用结果(结构、功能、效益)的评价方法。而土地利用实际是一个过程,从土地利用方式的转变,反映出土地利用系统的结构、功能、效益的变化需要不同的时间周期,因此,该框架对于土地利用系统未来的可持续发展可能性存在评价盲点。

土地利用系统各个子系统存在互塑共生关系,消耗作为土地利用系统运作的基本行为,是对空间、资源以及环境承载容量的耗损,在耗损的同时系统又会产生对社会经济发展服务的正价值,即人类追求的社会经济利益(系统的反馈)。系统状态是指土地利用系统结构和功能,过度的消耗往往意味着系统结构的破坏和功能的减弱,而良好的结构和有效的功能能够帮助人类在更小的消耗下获取更多的反馈。人类作为土地利用系统的行为主体,在追求当前效益和维持代际公平的过程中,通过改善自身对土地的利用方式,时刻调整着土地利用系统的结构与功能,调整和控制耗损。消耗、状态、调控、反馈四个因子相互关联、相互影响,决定着土地利用系统的运转好坏,是进行土地利用系统评价的关键因素。根据土地利用系统健康内涵,借鉴国内外学者相关研究成果,本文提出以“消耗—状态—调控—反馈”为核心的土地利用系统健康评价框架,并针对城市地区构建评价指标体系,对北京、上海、天津、重庆、广州、深圳 6 个超大城市进行土地利用系统健康评价及分析。

2 土地利用系统健康评价指标体系

2.1 评价指标选取原则

城市土地利用系统作为土地利用系统的重要组成部分，是一个更为复杂、人工化程度更高的巨系统，其健康评价指标体系需要能够对消耗、状态、调控、反馈 4 个方面进行完整、精准的监测，进而为探求城市土地利用系统健康退化的原因提供支撑。为此，指标的遴选应满足以下几个原则：(1) 系统性，指标体系应该具备足够的覆盖面，能够尽量完整的涵盖土地利用系统的消耗、状态、调控、反馈 4 个方面，综合考虑资源、环境、生态、人口、经济、社会等诸方面协调性，确保指标体系完整性的同时，尽量减少指标间的相互重叠。(2) 空间尺度的适合性，本次评价对象为我国 6 个超大城市，其评价指标的空间尺度应与城市地区保持空间尺度一致性。(3) 可比性，由于本次评价涉及数个超大城市，各个城市地形地貌、气候环境禀赋不同，社会经济发展特点不同。因此，在指标选择过程中应确保同一指标在不同城市之间的可比性，适合不同地域土地利用系统之间的比较，确保其对比结果科学性。(4) 可操作性，为保证评价指标的准确性和完整性，评价指标应该概念明确、可量化。同时，指标的选取应考虑各个地区、各个技术部门的数据采集能力，便于获取与统计。

2.2 土地利用系统健康评价指标体系框架

本文综合考虑各评价区域的实际特点和各种指标体系的优缺点，确立了包含消耗、状态、调控、反馈 4 个方面的评价体系准则层，并按照上述指标选取基本原则，最终选取了城市土地利用系统健康评价的各项指标，如表 1 所示。

土地利用系统评价指标体系在消耗层面，主要考虑区域资源承载压力、环境承载容量消耗和资源消耗三个方面。资源承载压力以人口数量为核心，人口数量的多少与资源消耗量呈正比关系，人均资源量的不足往往直接限制了该地区发展的可能；环境承载容量消耗则主要以各种污染排放物相对于其承载主体的排放强度，以期反映人类土地利用活动对区域环境的现状压力情况；资源消耗主要通过土地开发强度反映人类利用活动对土地资源的消耗强度，选取了单位土地资源(平坦土地)建设用地增长速度作为衡量指标，利用建设用地年增加量与该区域平坦土地资源总量的比值，可以很好地反映人类对该区域整体土地资源量的土地开发强度。

表 1 土地利用系统健康评价指标体系框架

目标层	准则层	中间层	指标层	指标含义
城市土地利用系统健康评价指数	消耗	资源承载	人均土地资源(平坦土地)	衡量适于利用土地(坡度小于 10 度)人均拥有量
			人均水资源	衡量人均水资源拥有量
		环境承载	单位土地大气污染物排放量	衡量单位土地所需承载的二氧化硫、烟尘等排放量
			单位水资源水污染物排放量	衡量单位水资源承载的废水排放量
			单位土地固体废弃物排放量	衡量单位土地所需承载的固体废弃物排放量
		资源消耗	单位土地资源(平坦土地)建设用地增长速度	年均建设用地增长量相较于区域适于利用土地(坡度小于 10 度)总量的比值，衡量相较于资源总量的人类开发强度
	状态	用地结构	生态用地比例	衡量生态空间规模
			耕地比例	衡量农业空间规模

			建设用地比例	衡量人类开发建设空间规模
		环境状态	全年空气质量优良天数比例	衡量大气环境质量
			固体废弃物处置利用率	衡量固体废弃物处置情况
		社会经济状态	第三产业占 GDP 比例	衡量经济结构
			城市化率	衡量城镇化水平
		用地节约集约程度	单位建设用地固定资产投资强度	衡量建设用地利用强度
			单位建设用地产出	衡量建设用地产出能力
			人均建设用地	衡量建设用地人均占有量
	调控	环保投入	地方财政环境保护支出占地方财政一般预算支出比例	衡量环保投入力度
		研发投入	研究与实验发展经费支出占 GDP 比例	衡量技术研发投入力度
	反馈	人均产出	人均 GDP	衡量人均产出能力
		生活水平	城镇人均可支配收入	衡量居民生活水平
			农村人均可支配收入	衡量居民生活水平
			城镇居民恩格尔系数	衡量居民生活水平
			农村居民恩格尔系数	衡量居民生活水平

土地利用系统的状态层面主要考虑了用地情况、区域环境状况、社会经济发展状况以及用地节约集约程度等方面。用地情况主要考虑了生态、种植、建设 3 种典型用地的结构状况；环境状况理论上应至少包含大气环境质量、水环境质量两类核心内容，但实际上由于各地对于水环境质量的公开信息有限并且可比性较差，在实际指标选择中仅采用了全年空气质量优良天数比例和固体废弃物处置利用率两项指标；社会经济状况方面选择了最基础、最核心的城市化率和第三产业占 GDP 比例两项指标以期反映经济的结构和城镇化的进程水平。用地节约集约程度主要选择了单位建设用地固定资产投资强度、单位建设用地产出和人均建设用地 3 项指标。

土地利用系统的调控层面主要从环保投入和科技研发投入两个方面进行评价。环保投入对于短期内减轻环境污染压力、修复生态环境具有重要意义，而科技研发的投入则是立足于长远，通过科技手段实现土地利用系统更低耗损和更高产出。

土地利用系统的反馈层面按照以人为本的思路，选择了人均产出、居民可支配收入水平以及恩格尔系数 3 方面的评价指标，来体现人类从土地利用系统中汲取的回报。

2.3 指标处理与计算

2.3.1 指标无量纲化处理

由于评价体系涉及数据之间差异巨大、量纲不统一，各指标之间不具备可比性，因此，必须进行相关评价数据标准化处理，并将其统一到[0, 1]区间内^[14]。土地利用系统健康评价指标体系中部分指标具有正效应，部分指标具有负效应。因此本文采用以下公式对各项数据进行无量纲化处理：

当指标具有正效应时：

$$x'_{ij} = \frac{x_{ij} - b_j}{a_j - b_j} \quad (1)$$

当指标具有负效应时：

$$x'_{ij} = \frac{a_j - x_{ij}}{a_j - b_j} \quad (2)$$

式中： x'_{ij} 为标准化后的数据， x_{ij} 为原始数据， a_j 为第 j 个指标上限值， b_j 为第 j 个指标下限值，本文分别选取各对应指标的最大值和最小值为上限和下限。

2.3.2 指标权重的确定

本文选用层次分析法来确定土地利用系统健康评价指标体系中各指标的权重。层次分析法是美国运筹学家萨蒂提出的一种层次权重决策分析方法^[15]，是一种适用于难以完全定量的复杂系统做出决策的方法。该方法依据问题的解决需求，将问题分解为不同的组成因素，并按各因素的隶属情况和相互关系对因素进行分层次的综合组合，形成多层次的分析模型，进而将问题归结为最低层次相对于最高层次的优劣次序的排定。其实现的基本流程是：依据待解决问题的层次划分结构(目标层、准则层、指标层)，在确定各层次各因素权重时，比较每个因素对问题目标的影响，对涉及的指标进行两两比较，并将对比结果以矩阵方式记录形成构造判断矩阵，求解构造判断矩阵的最大特征值相对应的特征向量作为权向量，同时，计算一致性指标开展一致性检验，以保证权值的合理性。本研究中土地利用系统健康评价指标体系中的权重计算结果如表 2 所示。

2.3.3 综合评价计算

城市土地利用系统的健康水平，是土地利用中消耗、状态、调控以及反馈各个部分之间相互协调的结果，每个部分中的指标都从不同侧面反映了城市土地利用系统的健康状况。因此，可以采用二次综合函数来评定城市土地利用系统健康指数，其公式为：

$$P = w_1 \sum_{i=1}^m r_i U_i + w_2 \sum_{j=1}^n r_j U_j + w_3 \sum_{k=1}^p r_k U_k + w_4 \sum_{l=1}^q r_l U_l \quad (3)$$

表 2 土地利用系统健康评价指标体系权重设定

目标层	准则层	权重	指标层	权重	指标性质
城市土地利用系统健康评价指数	消耗	0.134	人均土地资源(平坦土地)	0.200	正向
			人均水资源	0.200	正向
			单位土地大气污染物排放量	0.180	负向
			单位水资源水污染物排放量	0.180	负向
			单位土地固体废弃物排放量	0.040	负向
			单位土地资源(平坦土地)建设用地增长速度	0.200	负向
	状态	0.606	生态用地比例	0.119	正向
			耕地比例	0.060	正向
			建设用地比例	0.119	负向
			全年空气质量优良天数比例	0.197	正向
			固体废弃物处置利用率	0.049	正向
			第三产业占 GDP 比例	0.105	正向
			城市化率	0.105	正向
			单位建设用地固定资产投资强度	0.062	正向
			单位建设用地产出比例	0.098	正向
			人均建设用地	0.086	负向
	调控	0.049	地方财政环境保护支出占地方财政一般预算支出	0.400	正向
			研究与实验发展经费支出占 GDP 比例	0.600	正向
	反馈	0.211	人均 GDP	0.350	正向
			城镇人均可支配收入	0.298	正向
			农村人均可支配收入	0.053	正向
			城镇居民恩格尔系数	0.255	负向
			农村居民恩格尔系数	0.045	负向

式中：P 为城市土地利用系统健康综合水平； w_1 、 w_2 、 w_3 和 w_4 分别为消耗、状态、调控以及反馈 4 个部分的权重； r_i 、 r_j 、 r_k 和 r_l 分别为其中单项指标的权重； U_i 、 U_j 、 U_k 和 U_l 为各单项指标的无量纲化后值； m 、 n 、 p 和 q 分别为消耗、状态、调控以及反馈四个准则层内指标个数。

2.3.4 健康等级划分

本文将土地利用系统健康等级划分为病态、不健康、临界状态、亚健康、健康 5 个等级，各等级指标值范围及含义如表 3 所示。

表 3 土地利用系统健康评价等级划分标准

健康级别	指数范围
病态	[0. 0, 0. 2)
不健康	[0. 2, 0. 4)
临界状态	[0. 4, 0. 6)
亚健康	[0. 6, 0. 8)
健康	[0. 8, 1. 0]

3 结果与分析

本文以北京、上海、天津、重庆、广州、深圳作为主要研究对象，利用“消耗—状态—调控—反馈”模型评价并分析该六个城市的土地利用系统健康状况，评价结果如表 4 和图 1 所示。土地利用系统健康评价数据主要来源于国家统计局以及各城市的统计年鉴与土地变更调查数据。

表 4 六大城市土地利用系统健康评价指标值

准则层	中间层	指标层	天津	北京	上海	重庆	深圳	广州
消耗	指标评价		临界值	临界值	不健康	亚健康	不健康	亚健康
	资源承载	人均土地资源(平坦土地)	0. 6627	0. 3435	0. 1459	1. 0000	0. 0000	0. 2935
		人均水资源	0. 0000	0. 0284	0. 1275	1. 0000	0. 0557	0. 4145
	环境承载	单位土地大气污染物排放量	0. 3862	0. 8638	0. 0000	0. 8292	1. 0000	0. 8454
		单位水资源水污染物排放量	0. 2794	0. 4451	0. 6701	1. 0000	0. 0000	0. 8494
		单位土地固体废弃物排放量	0. 8524	1. 0000	1. 0000	0. 0000	0. 6890	1. 0000
	资源消耗	单位土地资源(平坦土地)建设用地增长速度	1. 0000	0. 8861	0. 0000	0. 3236	0. 4030	0. 6623
状态	指标评价		不健康	临界值	临界值	临界值	亚健康	亚健康
	用地结构	生态用地比例	0. 0000	1. 0000	0. 2159	0. 9445	0. 3521	0. 7185
		耕地比例	1. 0000	0. 3466	0. 4613	0. 5910	0. 0000	0. 4830
		建设用地比例	0. 4922	0. 7282	0. 2170	1. 0000	0. 0000	0. 5833

	环境状态	全年空气质量优良天数比例	0.2208	0.0000	0.4675	0.6883	1.0000	0.8182
		固体废弃物利用率	0.9610	1.0000	1.0000	0.0000	0.7556	1.0000
	社会经济状态	第三产业占 GDP 比例	0.1393	1.0000	0.6276	0.0000	0.3467	0.6075
		城市化率	0.8124	0.9565	1.0000	0.0000	0.9565	0.9218
	用地节约集约程度	单位建设用地固定资产投资强度	1.0000	0.3233	0.0000	0.1766	0.7636	0.5183
		单位建设用地产出	0.1585	0.3100	0.3269	0.0000	1.0000	0.4609
		人均建设用地	0.0519	0.5812	0.6367	0.0000	1.0000	0.6345
调控	指标评价		不健康	健康	不健康	不健康	临界值	病态
	环保投入	地方财政环境保护支出占地方财政一般预算支出比例	0.1705	1.0000	0.0124	0.5682	0.3941	0.0000
	研发投入	研究与实验发展经费支出占 GDP 比例	0.3407	1.0000	0.4849	0.0000	0.5610	0.1190
反馈	指标评价		不健康	健康	亚健康	病态	亚健康	临界值
	人均产出	人均 GDP	0.5238	0.5111	0.4875	0.0000	1.0000	0.7698
	生活水平	城镇人均可支配收入	0.0919	0.9951	1.0000	0.0000	0.5990	0.7002
		农村人均可支配收入	0.5530	0.7505	1.0000	0.0000	0.5990	0.6326
		城镇居民恩格尔系数	0.1217	1.0000	0.6435	0.0000	0.1391	0.0696
		农村居民恩格尔系数	0.5610	1.0000	0.4065	0.0000	0.1391	0.0472
综合评价结果			不健康	亚健康	临界值	不健康	临界值	亚健康

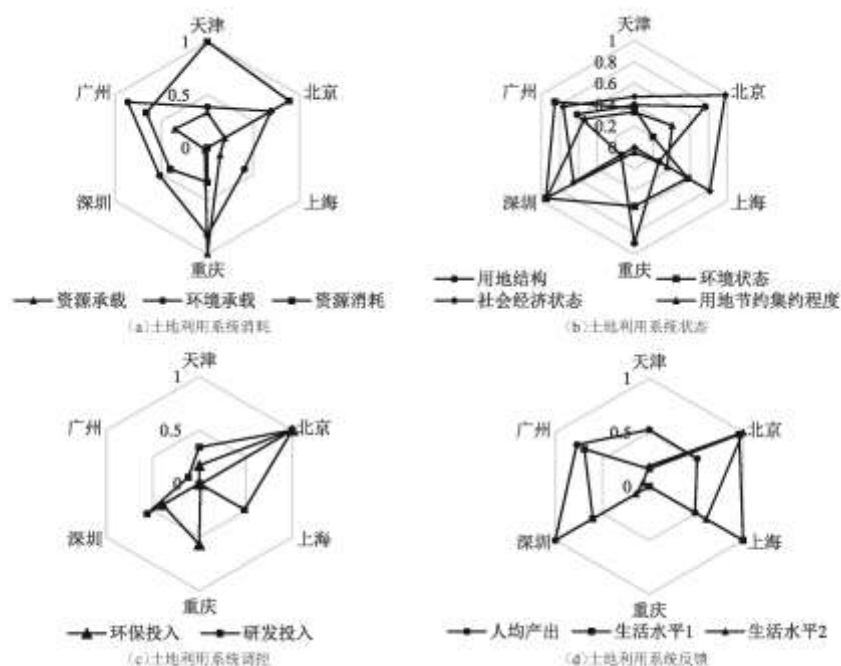


图 1 六大城市土地利用系统健康评价指标图

基于“消耗—状态—调控—反馈”模型，采用前文所述指标体系、权重计算方法以及标准化方法，对北京、上海、天津、重庆、广州、深圳 6 个城市的土地利用系统健康状况进行评价。根据土地利用系统健康评价结果(表 4)，北京土地利用系统健康评价分值最高，但仍未达到健康水平，与广州同属于亚健康状态。上海和深圳处于临界值，而天津和重庆土地利用系统健康程度皆为不健康。

(1) 土地利用系统消耗。

北京、上海、天津、重庆、广州、深圳 6 个城市人口规模较大、城市发展水平较高，相应的土地利用系统消耗也较大。从表 4 与图 1(a)可以看出，6 个城市土地利用系统消耗都无法达到健康标准。其中北京、上海和深圳土地资源和水资源承载压力过大，天津环境承载压力较大，上海和重庆土地开发强度较大。

(2) 土地利用系统状态。

如表 4 与图 1(b)所示，天津土地利用系统状态已达到不健康标准，其用地结构、环境状况以及用地节约集约程度标准化评分结果皆较低。北京、上海、重庆土地利用系统状况已处于健康标准的临界值，其中，北京环境状况评价价值较低，上海其用地结构和用地节约集约程度状况评价较低，重庆社会经济状况和用地节约集约程度与其他五个城市相比差距较大。广州和深圳土地利用系统状态评价结果为亚健康，其中深圳用地结构存在问题较大，广州土地利用系统状态的弱项表现在用地节约集约程度上。

(3) 土地利用系统调控。

在表 4 中可以看出，在土地利用系统调控方面，仅北京达到健康标准。如图 1(c)所示，广州、上海、天津在环保投入方面，重庆和广州在研发投入方面与其他城市相比存在一定差距，造成其评分结果较低。

(4) 土地利用系统反馈。

关于土地利用系统反馈,北京达到健康标准,上海和深圳处于亚健康状态,广州市已处于评价标准的临界值,而天津和重庆评价结果分别为不健康和病态。如图 1(d)所示,北京土地利用系统反馈各项指标中,除人均产出明显低于深圳、广州外,其他指标皆在 6 个城市中表现较好,土地利用产生的正价值较高。重庆各项指标皆为 6 个城市中最低,土地利用产出较低,土地利用的收益远低于其他城市。

4 讨论与结论

根据土地利用系统健康内涵,本文提出以“消耗—状态—调控—反馈”为核心的土地利用系统健康评价框架。消耗是土地利用系统运作的基本行为,状态是土地利用系统结果表现,调控是人类为降低土地利用系统所产生的负价值而所做的努力,反馈则是人类在土地利用过程中的收益,即土地利用系统的正价值。消耗、状态、调控、反馈 4 个因子相互关联、相互影响,决定着土地利用系统的运转好坏。本文以消耗、状态、调控、反馈 4 个因子作为土地利用系统健康评价的准则,选取了人均土地资源、生态用地比例、地方财政环境保护支出占地方财政一般预算支出比例、人均 GDP 等 23 个指标,对北京、上海、天津、重庆、广州、深圳 6 个城市的土地利用系统健康状况进行量化评价。根据实证分析。结果表明,北京和广州土地利用系统健康评价分值较高,为亚健康状态。上海和深圳土地利用系统健康状态处于临界值,而天津和重庆土地利用系统健康评价结果皆为不健康。根据各项指标的评价结果,北京市土地利用系统健康主要问题表现为资源承载压力大、环境状态较差,但因其土地利用系统调控投入和土地利用系统所反馈的正价值较高,总体评价结果与其他城市相比较高,最终评价结果为亚健康。广州土地利用系统健康评价中,地方财政环境保护支出占地方财政一般预算支出比例和研究与实验发展经费支出占 GDP 比例较低,造成土地利用系统调控表现较差。上海综合评价结果为临界值,根据评价结果,其资源承载压力大、开发强度高以及环保投入低是影响其健康状况的主要因素。深圳资源承载压力大,用地结构有待优化,总体评价结果处于临界值。天津和重庆综合评价结果都为不健康,其中天津土地利用系统健康状况较差主要源于资源承载压力和环境承载压力大,以及环境状态较差。而重庆在这三方面表现都优于其他 5 个城市,但因其开发强度大,而土地利用系统的总体收益,即土地利用系统反馈远远低于其他城市,综合评价分值最低。

根据实证分析结果与现实情况的对比,本文提出的“消耗—状态—调控—反馈”模型,以及在此基础上建立的土地利用系统健康评价指标体系,可以对城市土地利用健康状况进行较为合理的评价。而目前指标体系及指标计算方法中仍存在问题。其一,土地利用系统调控因子所选取的指标仅从研发和环保投入方面评价了城市对土地利用系统负价值的应对,缺少对法律、行政、政策等调控手段的评价。其二,本文采用线性归一化的方法对指标值进行无量纲处理,在标准化过程中分别选取各指标的最大和最小值作为归一化计算的上下限数值,为了提高评价指标体系的客观性,未来的研究中,将开展各指标健康标准值的研究,来取代归一化计算的上下限数值。

参考文献:

- [1]黄安,许月卿,郝晋珉,等.土地利用多功能性评价研究进展与展望[J].中国土地科学,2017(4):88-96.
- [2]尤南山,蒙吉军,李枫,等.1980—2017 年中国土地资源学发展研究[J].中国土地科学,2017(11):4-15.
- [3]郭杰,吴斌.土地利用系统健康评价[J].中国土地科学,2011(4):71-77.
- [4]Leopold A S. Wilderness as a land laboratory[J]. Living Wilderness, 1941(7):3-10.
- [5]Dumanski J, Pieri C. Application of the pressure-state-response framework for the land quality indicators (LQI)

programme[EB/OL]. [2021-06-10]. <http://www.fao.org/3/W4745E/w4745e08.htm#application%20of%20the%20pressure%20state%20response%20framework%20for%20the%20land%20quality%20indica6>.

[6]FAO, UNDP, UNEP, et al. Land quality indicators and their use in sustainable agriculture and rural development [EB/OL]. (1996-01-25). <http://www.fao.org/3/W4745E/W4745E00.htm>.

[7]蔡为民, 唐华俊. 土地利用系统健康评价[M]. 北京: 中国农业出版社, 2007

[8]陈美球, 赵小敏. 土地健康与土地保护[J]. 中国土地科学, 1998 (4): 19-21.

[9]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 (1): 31-35.

[10]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 (14): 246-254.

[11]兰亭超. 成都市土地利用系统健康水平空间计量研究[D]. 成都: 四川师范大学, 2015.

[12]姚岚, 吴次芳, 陆张维. 喀斯特地区城镇化质量与土地利用系统健康协同演化关系研究[J]. 长江流域资源与环境, 2018 (4): 768-778.

[13]马文娟, 蒲春玲, 陈前利, 等. 基于熵权—集对分析法的乌鲁木齐市土地利用系统健康评价[J]. 中国农业资源与区划, 2018 (2): 28-33.

[14]张悦. 哈尔滨城市土地利用系统健康评价研究[D]. 哈尔滨: 东北农业大学, 2014.

[15]张耀天, 张旭成, 贾明顺, 等. 基于层次分析法的自适应决策评价方法[J]. 北京航空航天大学学报, 2016 (5): 1065-1070.