

# 城市土地可持续利用评价研究

袁丽丽 (深圳大学建筑与土木工程学院建设管理与房地产业, 广东深圳 518060)

摘要 结合快速城市化下城市土地利用的特点,从城市土地可持续利用的生态合理性、经济可行性和社会可接受性方面构建了城市化进程中城市土地可持续利用评价的指标体系,并构建了城市土地可持续利用水平综合评价模型和城市土地可持续利用障碍因素诊断模型。最后以武汉市为例,评价了武汉市土地可持续利用水平,并分析了城市土地可持续利用的障碍因素。

关键词 城市土地;可持续利用评价;指标体系;方法;武汉

中图分类号 F301.24 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2006)16-4069-03

## Research on the Evaluation of Sustainable Urban Land Use in Urbanization

YUAN Li-li ( College of Architecture & Civil Engineering, Shenzhen University, Shenzhen, Guangdong 518060)

Abstract The sustainable use of urban land is an important part of sustainable development. It needs quantitative and scientific assessment system of urban land use so that to measure whether the urban land use is sustainable. The indicator system to assess the sustainability of urban land use according to the characteristics of urban land use in rapid urbanization. The field theory analysis of the ecological rationality of sustainable use, economical feasibility of sustainable use, social acceptability of sustainable use, the sustainable use level of urban land was assessed. The level of sustainable use of urban land in Wuhan city was assessed and the impedient factors of sustainable urban land use was analyzed.

Key words Urban land; Evaluation of sustainable use; Indicator system; Evaluation method; Wuhan

### 1 研究概况

20 世纪 90 年代中期土地可持续利用评价成为了国内土地持续利用研究的热点领域,并且主要集中在对农业用地的持续性利用评价。近年对城郊结合部土地持续利用评价的研究逐渐增多,但专门针对于城市土地持续利用评价的研究则较为少见。随着城市化进程的加快,城市土地利用矛盾日益突出,城市土地可持续利用评价研究也逐渐兴起。但相对于农地,城市土地可持续利用评价在研究内容、研究体系及研究方法上还比较零散,有待进一步完善。

城市土地可持续利用评价的核心在于评价指标体系的构建和评价方法的选择。在评价指标体系构建与评价方法的选取上存在以下问题:①对政治、社会、文化等一系列软指标量化处理不够。在已有的研究中,要么避免提及这类指标,要么因为这些指标难以量化而采取定性评价方法。②评价指标大而全,缺乏针对性,脱离了城市土地持续利用的本质。部分学者在一定程度上把城市土地利用的可持续性视作城市(或区域)可持续发展或区域土地资源可持续发展的充分条件,在具体研究中泛化评价指标,指标越选越多,越分越细,使城市土地利用可持续性评价等同于城市(或区域)可持续发展评价。③对城市用地空间结构评价的重视不够。一定的土地利用结构才能实现一定的土地功能,这一点对于处于城市化加速发展的城市用地尤为突出。作为受人类活动影响最为深刻的土地利用类型,城市土地利用空间格局的演变也必将更为剧烈。土地利用的持续性不仅包括时间上土地利用方式的持续沿用,还包括空间上的格局优化。但是,已有的城市土地持续利用评价缺少对土地利用空间格局评价的内容。

### 2 评价指标体系的构建

城市土地持续利用的目标是实现整个土地、生态、经济

系统的生态、经济和社会的综合效益,因此城市土地持续利用的评价目的和内容应从生态合理性、经济可行性和社会可接受性加以分析。

一个好的指标应该是客观的,可预见的,对时空的变化比较敏感的。评价指标体系的构建不仅应遵循稳定性和动态性、整体性和代表性、科学性和实用性相统一等一般性原则,更应体现城市化进程中城市土地利用的特点,避免指标体系过大、过全而丧失评价的科学性,注重指标标准值与阈值设置的合理性,加强对政治、社会、文化等软指标的量化研究,加强对城市土地利用空间结构格局的评价,增强指标的时空尺度特征等。基于上述考虑,该研究采用理论分析、经验借鉴和专家咨询相结合的方法,以土地利用生态合理性、经济可行性和社会可接受性为城市土地可持续利用评价的准则,以用地环境质量提高、用地结构优化、用地效益高效、人地关系协调等为城市土地可持续利用的子目标,以城市土地可持续利用水平为评价总目标,构成了城市土地可持续利用评价的指标体系的递阶层次结构(图 1)。

### 3 评价方法

3.1 指标权重的确定 权重是衡量指标相对作用大小的量度。指标权重的合理与否直接影响评价结果的科学性和准确性。对多指标体系进行指标权重综合评价时,为了最大限度地克服评价工作中主观因素的干扰,该研究综合运用

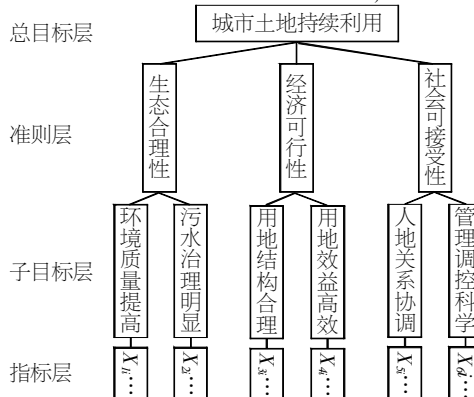


图 1 城市土地持续利用评价指标层次结构

基金项目 2005 深圳大学人文社科项目(X0519)。  
作者简介 袁丽丽(1977-),女,湖北黄石人,博士,讲师,从事土地经济与房地产经济、城市土地利用与管理等方面的研究。  
收稿日期 2006-06-30

德尔菲法(Delphi法)与层次分析法(AHP法)求取指标权重。专家运用德尔菲法打分,经整理获得判断矩阵,再通过层次法计算各项指标的权重。

**3.2 评价指标的量化** 由于评价指标的量纲及其与综合评价目标间的函数关系不同,因此在确定指标排序权重后,应对所收集到的各项指标进行标准化处理,获取每一个单项指标的评价分值。

指标有正指标、逆指标和适度指标,因此用不同的量化函数进行指标的标准化。

$$(1) A_i = \begin{cases} X_i / a_i & (\text{指标 } x_i \text{ 越大越好时}) \\ a_i / X_i & (\text{指标 } x_i \text{ 越小越好时}) \end{cases}$$

式中,  $A_i$  为指标的功效函数值;  $a_i$  为指标  $x_i$  的参照值或目标值;  $X_i$  为指标  $x_i$  的现状值。

$$(2) A_i = \begin{cases} X_i & (\text{指标 } x_i \text{ 为正向指标时}) \\ 1 - X_i & (\text{指标 } x_i \text{ 为逆向指标时}) \end{cases}$$

式中,  $A_i$  为指标的功效函数值;  $X_i$  为指标  $x_i$  的现状值。

(3) 难以量化或数据资料收集困难而对城市土地持续利用水平影响明显的指标,可依据模糊数学原理,经征询专家意见后,确定各指标功效函数数值。

**3.3 城市土地持续利用水平的评价** 城市土地持续利用评价指标体系中每一项指标均是从不同侧面来反映土地可持续利用状况的,因而必须综合评价土地利用的总体状况。该研究采用多目标线性加权函数法对城市土地持续利用综合水平进行测算。

假设城市土地持续利用评价指标体系中共有  $n$  项评价指标,构造函数如下:

$$S = \sum_{i=1}^n S_i a_i$$

表 1 武汉市城市土地持续利用评价指标体系

总目标 G	准则层 S	子目标 Q	评价指标 X	现状值	标准值	权重 $w_i$	量化分值 $s_i // \%$	
(S)	生态合理性 $S_1$ 0.263 1	促进环境质量提高 $S_{11}$ 0.075 2	$X_1$ 建成区绿地覆盖率//%	34.16	45	0.042 9	0.759 1	
			$X_2$ 人均公共绿地面积// $m^2$	2.83	9	0.032 2	0.314 4	
		土地利用污染治理显著 $S_{12}$ 0.187 9	$X_3$ 环保投资占 GDP 比重//%	0.28	2.6	0.061 8	0.107 7	
			$X_4$ 环境噪声达标区覆盖率//%	55.74	100	0.016 9	0.557 4	
			$X_5$ 工业废气处理率//%	92.08	100	0.033 4	0.920 8	
	经济可行性 $S_2$ 0.547 1	城市用地结构合理化 $S_{21}$ 0.410 8	$X_6$ 工业废水排	92.01	100	0.055 0	0.920 1	
			$X_7$ 工业固体废弃物综合利用率//%	92.64	100	0.020 9	0.926 4	
			$X_8$ 居住用地比重率//%	26.81	28	0.022 7	0.957 5	
			$X_9$ 公共设施用地比重率//%	17.9	17.6	0.040 9	0.983 2	
			$X_{10}$ 道路广场用地比重率//%	8.03	15	0.055 3	0.535 3	
			$X_{11}$ 绿地比重率//%	5.22	15	0.088 0	0.348 0	
			$X_{12}$ 工业用地比重率//%	23.22	10	0.066 7	0.430 7	
			$X_{13}$ 建成区用地扩展系数	0.37	1.12	0.137 3	0.330 4	
			城市用地经济效益高效化 $S_{22}$ 0.136 3	$X_{14}$ 城市建成区 GDP 密度率//亿元/ $km^2$	1.03	1.60	0.063 5	0.643 8
				$X_{15}$ 单位面积工业用地工业总产值率//亿元/ $km^2$	9.23	15	0.013 1	0.615 3
	$X_{16}$ 单位面积商业用地商业总产值率//亿元/ $km^2$	17.31		65	0.021 9	0.266 3		
	$X_{17}$ 第三产业增加值占 GDP 比重率//%	49.8		80	0.037 7	0.622 5		
	社会可接受性 $S_3$ 0.189 8	人地资源关系协调化 $S_{31}$ 0.075 9		$X_{18}$ 人均耕地面积率// $hm^2$	0.028	0.053	0.048 7	0.528 3
			$X_{19}$ 建成区人口密度率//人/ $km^2$	9 245	8 000	0.005 2	0.865 3	
			$X_{20}$ 人均居住用地面积率// $m^2$	14.54	22.7	0.008 4	0.640 5	
			$X_{21}$ 人均道路广场用地面积// $m^2$	4.35	9	0.013 7	0.483 3	
		用地管理调控科学化 $S_{32}$ 0.113 9	$X_{22}$ 城市建设公众满意度(0~10)	7	10	0.009 6	0.700 0	
			$X_{23}$ 土地利用规划的操作性(0~10)	7	10	0.061 8	0.700 0	
			$X_{24}$ 相关规划的协调度(0~10)	7	10	0.026 6	0.700 0	
			$X_{25}$ 政策法规的持续性(0~10)	8	10	0.015 9	0.800 0	

注:城市建成区 GDP 密度以主城区国内生产总值与建成区面积的比值近似求取;单位工业用地总产值以工业总产值与工业用地面积的比值近似求取;单位面积商业用地商业总产值以社会消费品零售总额与公共设施用地的面积的比值近似求取;用地管理调控科学化评价指标从优到劣划分为 11 个等级,其值由 Delphi 法确定。

式中,  $S$  为年度城市土地持续利用水平综合评价分值;  $w_i$  为指标  $i$  相对于总目标的组合权重;  $s_i$  为指标  $i$  的评价分值。

年度评价目的在于评判特定时间、特定地域城市土地持续利用的水平。  $S$  就是反映该水平的城市土地持续利用综合水平指标,参照 IBSRAM 和 FAO 制定的土地可持续管理评估标准。即非可持续利用阶段指数 < 50%, 可持续利用起步阶段指数为 50%~75%, 初步可持续利用阶段指数为 75%~90%, 可持续利用阶段指数 > 90%。

**3.4 城市土地持续利用障碍因素的判定** 年度评价城市土地持续利用现状水平是非常重要的, 但更重要的是寻找一定时期内城市土地持续利用的障碍因素, 以便有针对性地对现行土地利用行为与政策进行调整。因此, 需要进一步对城市土地可持续利用进行障碍诊断。在此, 引入因子贡献度、指标偏离度和障碍度 3 个概念, 构建障碍度综合评判模型, 对影响城市土地持续利用的障碍因素进行综合分析。

(1) 因子贡献度  $R_i$ 。因子贡献度  $R_i$  是单项因素对总体目标的影响程度, 即单个评价指标对总体目标的相对权重,

$$R_i = r_i \cdot t_j$$

式中,  $r_i$  为第  $i$  项因素对其所属的第  $j$  项子目标权重,  $t_j$  为  $i$  因素所属的第  $j$  个子目标对总体目标权重。

(2) 指标偏离度  $P_i$ 。指标偏离度是单项指标与可持续管理目标之间的差距。

$$P_i = 1 - a_i$$

式中,  $a_i$  为单项因素评价分值。

(3) 指标障碍度  $A_{i0}$ 。指标障碍度是单项因素对可持续综合水平的影响值, 它是障碍诊断的目标和结果。

$$A_i = P_i \cdot R_i / \sum_{i=1}^n (P_i \cdot R_i) \times 100\%$$

对  $A_i$  进行大小排序,可以确定城市土地持续利用障碍因素的主次关系和各障碍因素对可持续利用、管理的影响程度。

#### 4 应用实例

该文以华中地区武汉市为例,运用上述方法对武汉市土地可持续利用水平进行综合分析,并对影响其土地可持续利用的障碍因素进行综合判定。

**4.1 评价指标的选取和指标标准值的确定** 以武汉市为代表的我国中部城市正处于城市化加速发展和产业结构转型升级时期,人口迅速增长,产业急剧扩张,城市外延扩展严重,城市土地供需与结构模式变动日益强烈,这些特征决定了区域城市土地利用具有一定的代表性和特殊性。因此,评价指标体系的构建要能够反映这些特征。依据前文讨论的指标体系构建方法及武汉市城市土地可持续利用目标,选择了3类25个因素作为参评因子,建立了武汉市城市土地可持续利用评价指标体系基本框架(表1)。

指标体系中评价标准值的确定主要参照国内外可持续发展考察标准《城市用地分类与规划建设用地标准》《武汉市土地利用总体规划(1997~2010)》《武汉市城市总体规划(1996~2020)》、武汉市“九五”计划和2010年远景规划、武汉市“十五”计划和2020年远景规划、城市现代化指标、《中国21世纪议程》《武汉21世纪议程》以及国内外发达城市的相关标准。在确定标准值的过程中,主要遵循以下原则:①标准值的选取要反映武汉市的实际资源情况、现实发

展水平和今后一段时间的努力目标;②凡已有国家标准或国际标准的指标应尽量采用规定的标准值;③参考国外具有特色的城市现状值作为标准值;④参考国内城市的现状值,作趋势外推,确定标准值;⑤依据现有环境与社会、经济协调发展理论,力求定量化作为标准值;⑥在缺乏有关指标统计数据前,对目前统计数据不十分完整,但在指标体系中十分重要的指标,暂用类似指标替代。

#### 4.2 城市土地可持续利用水平综合分析

**4.2.1 评价指标权重的确定及指标的量化。**运用德尔菲法与层次分析法进一步确定3类子目标对总体目标(城市土地可持续利用水平)的贡献程度(权重)以及单项指标的权重值。依据评价指标体系,调查2002年武汉市与城市土地利用相关的自然、社会、经济、环境状况,统计,计算,整理,最终确定评价所需要的各单项指标的现状值,并且依据指标的标准化模型计算其量化分值(表1)。

**4.2.2 武汉市土地可持续利用水平的计算。**采用城市土地可持续利用综合评价模型,进一步评价武汉市城市土地可持续利用水平。计算可知,生态合理性、经济可行性、社会可接受性评价结果分别为60.63%、50.18%、65.06%,2002年武汉市城市土地可持续利用综合水平为55.75%(表2)。

**4.2.3 武汉市城市土地可持续利用障碍的诊断。**由评价结果可知,武汉市城市土地可持续利用水平较低。为进一步分析武汉市城市土地可持续利用的具体障碍因素,采用前文的障碍诊断模型。各单项因素障碍度见表2。

**4.2.4 分析。**经计算,2002年武汉市城市土地可持续利用综合水平为55.75%,处于可持续利用起步阶段,表明该城市

表 2

武汉市城市土地可持续利用单项指标障碍度评价分值

评价指标 $X_i$	因子贡献度 $R_i$	指标偏离度 $P_i$	$P_i \times R_i$	指标障碍度 $A_i$
$X_1$ 建成区绿地覆盖率//%	0.042 9	0.240 9	0.010 3	2.337 5
$X_2$ 人均公共绿地面积// $m^2$	0.032 2	0.685 6	0.022 1	4.993 3*
$X_3$ 环保投资占 GDP 比重//%	0.061 8	0.892 3	0.055 1	12.457 2*
$X_4$ 环境噪声达标区覆盖率//%	0.016 9	0.442 6	0.007 5	1.686 9
$X_5$ 工业废气处理率//%	0.033 4	0.079 2	0.002 6	0.597 6
$X_6$ 工业废水排	0.055 0	0.079 9	0.004 4	0.992 9
$X_7$ 工业固体废物综合利用率//%	0.020 9	0.073 6	0.001 5	0.348 3
$X_8$ 居住用地比重率//%	0.022 7	0.042 5	0.001 0	0.218 1
$X_9$ 公共设施用地比重率//%	0.040 9	0.016 8	0.000 7	0.155 0
$X_{10}$ 道路广场用地比重率//%	0.055 3	0.464 7	0.025 7	5.808 3*
$X_{11}$ 绿地比重率//%	0.088 0	0.652 0	0.057 4	12.962 4*
$X_{12}$ 工业用地比重率//%	0.066 7	0.569 3	0.038 0	8.580 8*
$X_{13}$ 建成区用地扩展系数	0.137 3	0.669 6	0.091 9	20.772 9*
$X_{14}$ 城市建成区 GDP 密度率//亿元/ $km^2$	0.063 5	0.356 3	0.022 6	5.109 4*
$X_{15}$ 单位面积工业用地工业总产值率//亿元/ $km^2$	0.013 1	0.384 7	0.005 0	1.136 7
$X_{16}$ 单位面积商业用地商业总产值率//亿元/ $km^2$	0.021 9	0.733 7	0.016 1	3.637 6*
$X_{17}$ 第三产业增加值占 GDP 比重率//%	0.037 7	0.377 5	0.014 3	3.220 5*
$X_{18}$ 人均耕地面积率// $hm^2$	0.048 7	0.471 7	0.023 0	5.187 6*
$X_{19}$ 建成区人口密度率//人/ $km^2$	0.005 2	0.134 7	0.000 7	0.157 7
$X_{20}$ 人均居住用地面积率// $m^2$	0.008 4	0.359 5	0.003 0	0.683 0
$X_{21}$ 人均道路广场用地面积// $m^2$	0.013 7	0.516 7	0.007 1	1.595 6
$X_{22}$ 城市建设公众满意度(0~10)	1.595 6	0.300 0	0.002 9	0.653 7
$X_{23}$ 土地利用规划的操作性(0~10)	0.061 8	0.300 0	0.018 5	4.187 2*
$X_{24}$ 相关规划的协调度(0~10)	0.026 6	0.300 0	0.008 0	1.801 5
$X_{25}$ 政策法规的持续性(0~10)	0.015 9	0.200 0	0.003 2	0.718 9

注:\*表示主要障碍因素。

市土地可持续利用水平较低。从子目标评价指数来看,3项评价结果均低于75%,其中经济可行性指数更低至50.18%,说明城市土地利用的经济效果较差。

对表2中所列障碍度分值 $\geq 3.0$ 的指标进行大小排序,可知武汉市土地可持续利用的障碍因素依次为以下11类:

①城市建成区用地扩展不足;②建设用地构成中绿地比重过低;③环保投资占GDP比重过低;④建设用地构成中工业用地比重过高;⑤城市建设用地构成中道路广场用地比重偏低;⑥人均耕地面积过低;⑦城市建成区单位面积土地

(下转第4083页)

(上接第 4071 页)

产出效益(地均 GDP) 过低;⑧人均公共绿地面积低;⑨土地利用规划的操作性不强;⑩单位面积商业用地总产值低;⑪第三产业增加值占 GDP 比重低。

## 5 结语

研究表明,分析结果与武汉市城市土地利用的实际情况基本符合,能够较为客观地反映城市土地利用的现状水平与可持续利用目标之间的差距,说明构建的城市土地可持续利用评价指标体系及城市土地可持续利用评价方法具备一定的可行性。同时,随着城市化进程的不断推进,城市土地利用的演变也将日益剧烈,可以通过修改指标值,利用该指标体系和方法对城市土地利用系统的持续性进行动态评价,进而对城市化进程中城市土地利用系统进行动态实时监测和调控。

## 参考文献

- [1] 李植斌.城市土地可持续利用理论与评价[M].合肥:中国科学技术大学出版社,1999.
- [2] 刘友兆,曲福田.经济发达地区土地资源可持续利用方式诊断[J].中国人口、资源与环境,2002,2:91-95.
- [3] 陈志辉,祝甲山.浅议城市土地利用及其评价[J].城市问题,2002,6(62):50-53.
- [4] 梁湖清.生态城市土地可持续利用[M].广州:广东经济出版社,2003.
- [5] 尹君.可持续土地利用内涵及其评价指标体系研究[J].河北农业大学学报,2001,24(1):78-81.
- [6] 陈志刚,黄贤金.经济发达地区土地资源可持续利用评价研究——以江苏省江阴市为例[J].资源科学,2001,23(3):33-38.
- [7] 王良健,陈浮,包浩生.区域土地资源可持续管理评估研究——以广西梧州市为例[J].自然资源学报,1999,14(3):200-205.
- [8] 刘利锋,陆红生.城乡交错区土地可持续利用及其评价指标体系研究[J].城市研究,2000(3):44-46.
- [9] 朱照宇,邓清禄.土地资源质量及可持续利用宏观评价指标与 TLEL 模式[J].地球科学——中国地质大学学报,2001,26(2):217-220.

- [10] 欧阳婷萍.城市化——解决人地矛盾的重要途径[J].城市问题,2003(5):15-19.
- [11] 谭永忠,吴次芳.城市土地可持续利用评价的指标体系与方法[J].中国软科学,2003(3):139.
- [12] 张丽琴.城市土地利用评价指标体系构建[J].资源开发与市场,2003,19(5):278-280.
- [13] 傅伯杰,陈立项,马克明,等.景观生态学原理及应用[M].北京:科学出版社,2001.
- [14] 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(2):113-118.
- [15] 彭补拙.长江三角洲地区土地资源可持续利用研究[J].自然资源学报,2001(4):305-312.
- [16] SYERS J K, HAMBIN A, PUSHPARJAL E. Indicators and thresholds for the evaluation of sustainable land management [J]. Canadian Journal of Soil Science, 1995, 75(2):423-428.
- [17] SMITH A J, DUMANSKI J. FESLM: An international framework for evaluating sustainable land management [J]. World Soil Resources Reports, 1993, 73:1-56.
- [18] DUMANSKI J. Criteria and indicators for land quality and sustainable land management [J]. ITC Journal, 1997(3):216-222.
- [19] 谢经荣.论土地可持续利用[J].中国人口资源与环境,1996,6(4):13-17.
- [20] MACLAREN V W. Urban sustainability reporting [J]. Journal of the American Planning Association, 1996, 62(2):185-202.
- [21] SYERS J K, HANBIN A, PUSHPARJAH E. Indicators and thresholds for the evaluation of sustainable land management [J]. Canadian Journal of Soil Science, 1995, 75(2):423-428.
- [22] 郝晓辉.可持续发展指标体系初探[J].世界环境,1996(1):11-13.
- [23] 张坤民,何雪炀.中国城市环境可持续发展指标体系研究的进展[J].中国人口、资源与环境,2000,10(2):54-59.
- [24] 张坤民,温宗国.生态城市评估与指标体系[M].北京:化学工业出版社,2003.
- [25] 朱英明,姚士谋.我国城市现代化指标体系有关问题研究[J].人文地理,2000,15(4):16-19.
- [26] 武汉市人民政府.武汉市 21 世纪议程[Z].武汉,1998.
- [27] ZINCK J A, FARSHAD A. Issues of sustainability and sustainable land management [J]. Canadian Journal of Soil Science, 1995, 75(4):407-412.