

# 区域土地可持续管理评估及实践研究\*

陈 浮 彭补拙 濮励杰 周寅康

(南京大学城市与资源学系, 南京 210093)

**摘 要** 参考 FAO《FESLM: An International Framework For Evaluation Sustainable Land Management》, 从“保持和提高生产率, 降低生产风险, 保护自然资源的潜力和防止土壤和水质的退化, 经济上可行性和社会可以接受”出发, 选择 46 个因素作为参评变量, 建立区域土地可持续管理评价指标体系。在区域层次进行实证研究, 提出土地可持续管理的障碍因素和改进措施。

**关键词** 土地利用, 可持续管理, 评估指标, 障碍诊断

**中图分类号** F301.24

## 1 评估的理论依据

土地可持续管理是全球可持续发展的关键问题之一, 直接关系到社会、经济与生态环境长远目标的实现。因此, 实现土地可持续管理已引起国际社会的广泛关注<sup>[1~12]</sup>。1992 年、1993 年 IBSRAM 连续召开了两次土地可持续管理国际会议, 1993 年 FAO 发表了《FESLM: An International Framework For Evaluation Sustainable Land Management》, 进一步阐明土地可持续管理的内涵和目标, 即将技术、政策和旨在把社会经济规划和有关的环境因素结合在一起, 同时达到: ①保持、提高生产和服务(生产率); ②降低生产风险(安全性); ③保护自然资源潜力和防止土壤和水质退化(保护性); ④经济上可行(可行性); ⑤社会可以接受(认同性)<sup>[13~15]</sup>。土地可持续管理的实现需要适当的方法, 可靠地评估可持续性或达到可持续的可能性, 在特定的时期、特定的地区和特定的土地利用方式下测定土地可持续管理的所有目标能否实现<sup>[16,17]</sup>。

## 2 评估原则与框架

尽管 FAO《FESLM: An International Framework For Evaluation Sustainable Land Management (1993)》期望给予实践提供最大的自由空间, 满足不同区域、不同用户的需求, 但是土地可

\* 国家自然科学基金重点项目“长江三角洲水土资源环境演变与调控研究”(49831007)专题成果之一

收稿日期: 1999-12-20; 收到修改稿日期: 2000-04-01

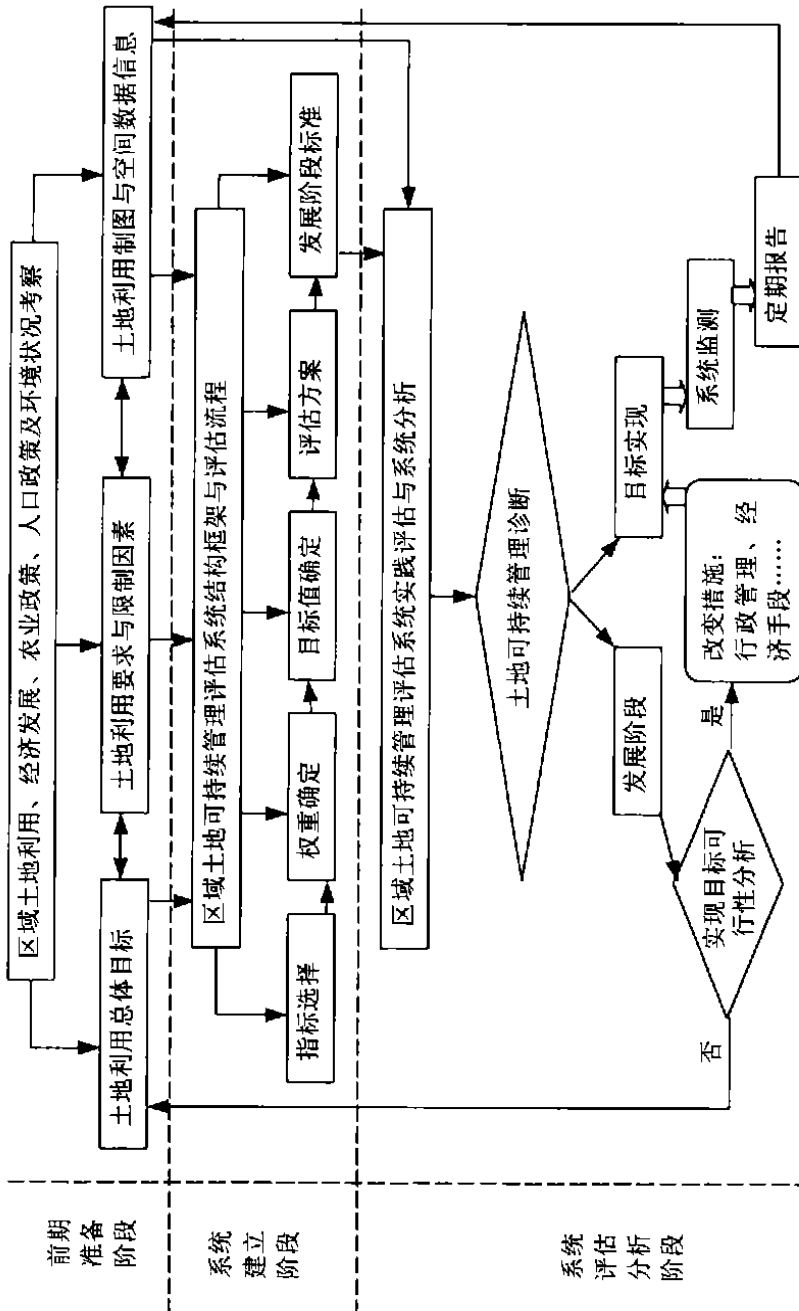


图 1 区域土地可持续管理评估框架流程

Fig. 1 The framework for evaluation sustainable land management in a region

持续管理评估还是考虑了一定的原则<sup>[18]</sup>: ①可持续性是针对特定的利用和地点, 土地利用目的方面任何微小变化或是为达到而采取的手段变化都可能改变这种土地利用的可持续性, 否则评估将迷失方向<sup>[19-21]</sup>; ②土地可持续管理评估是多学科的行动, 自然、技术、经济和社会方面均需要涉及, 也要考虑当地全部合法团体的利益, 不能偏颇<sup>[22, 23]</sup>; ③可持续性评估具有时间性, 超越时间谈可持续是不现实的, 可持续性分析必须预测土地利用及未来变化格局<sup>[24-28]</sup>; ④任何现存的土地利用实践和过程都要充分了解, 以免评估结果不切实际<sup>[29, 30]</sup>; ⑤评估标准或指示因素是依据人们对于事物或现象的原因或结果的理解与分析, 注重灵活性, 从土地资源、生态环境、经济和社会各个方面构成因素中选择<sup>[31, 32]</sup>。

由于土地可持续管理评估因素繁多、涉及面广, 为了简洁、明了、直观地表达评估过程, 特制定一个评估框架(图 1)。

### 3 土地可持续管理评估指标及评判标准

#### 3.1 评估指标体系构建

土地可持续管理除了保持生产力, 保护资源潜力和防止环境污染外, 应当提供激励人们采用既对当代有益、又对后代有利的管理措施所需要的政策和经济机制, 包括经济政策、资源保护政策、人口政策和土地政策的协调一致。具体指标选择本着综合性、层次性、前瞻性和可操作性原则, 参照 FAO《FESLM: An International Framework For Evaluation Sustainable Land Management》的五大目标, 参阅大量国内外文献, 共选 86 个指标作为备选因素, 经过包容、替代分析和专家评估, 最终选择 46 个因素作为参评因子, 建立区域土地可持续管理评估指标体系的基本框架(表 1)。

#### 3.2 单项指标权重与目标值

一般指标权重确定有三种方法, 即 Delphi 法、Fuzzy 法和 AHP 法。本次采用层次分析法(AHP), AHP 法是一种定性分析与定量分析相结合的多目标决策方法, 将待识别的复杂问题分解成若干层次, 由专家和决策者对所有指标进行两两比较重要程度而逐层判断评分, 计算判断矩阵的特征向量确定下层指标对上层指标的贡献程度, 从而确定基层指标对总体目标构成综合评估指标重要性的排序。土地可持续管理是总体目标(G), 生产率(C<sub>1</sub>)、安全性(C<sub>2</sub>)、保护性(C<sub>3</sub>)、可行性(C<sub>4</sub>)和认同性(C<sub>5</sub>)等 5 个子目标是准则层, 并进一步分解成 46 个评估因素。第一层次生产率等五大子目标构成的准则层特征向量为 [0.246, 0.186, 0.162, 0.262, 0.144]; 判断矩阵最大特征值  $\lambda_{\max} = 5.073$ ; 判断矩阵的一致性指标  $C \cdot I = (\lambda_{\max} - n) / (n - 1) = 0.018$ ; 平均随机一致性指标  $R \cdot I = 1.12$ ; 判断矩阵的一致性比例  $C \cdot R = C \cdot I / R \cdot I = 0.016 < 0.10$ , 说明判断矩阵具有满意的一致性。同样方法计算单项指标的权重值(表 1)。

按照上述构建设计的土地可持续管理评估指标体系框架, 从可持续发展角度考察土地可持续管理水平, 必须确立评估单项指标的目标值。借鉴联合国现代化 10 项考察标准<sup>[33]</sup>、国际贫富区分 21 项社会指标体系<sup>[34]</sup>、《持续农业与乡村发展宣言》<sup>[35]</sup>、持续发展框架指标与方法论<sup>[36]</sup>, 参考国家小康社会指标、国家一级环境质量标准、《中国 21 世纪议

程》和“九五”计划和 2010 年远景目标规划等<sup>[37-40]</sup>, 综合分析确定了评估体系中各单项指标的目标值(表 1)。

表 1 区域土地可持续管理评估指标体系基本框架、权重和目标值

Table 1 Framework and weights, target values of the indicators system in regional sustainable land management

准则层 Aims	单项因素 Single indicator	权重 Weight	目标值 Objective value	准则层 Aims	单项因素 Single indicator	权重 Weight	目标值 Objective value
生产率 (0.246)	土地生产率 $x_1$ (元 $\text{hm}^{-2}$ )	0.18	45000	可行性 (0.262)	人均 GDP $x_{24}$ (元人 <sup>-1</sup> )	0.12	25600
	农业劳动生产率 $x_2$ (元人 <sup>-1</sup> )	0.18	40000		人均年收入 $x_{25}$ (元人 <sup>-1</sup> )	0.12	9600
	农产品商品率 $x_3$ (元人 <sup>-1</sup> )	0.18	90		农村第二产业比重 $x_{26}$ (%)	0.08	75.00
	粮食产量 $x_4$ (kg $\text{hm}^{-2}$ )	0.13	9000		农村第三产业比重 $x_{27}$ (%)	0.08	20.00
	土地复种指数 $x_5$ (%)	0.13	200		恩格尔系数 $x_{28}$ (%)	0.10	< 30.00
	人均肉类产量 $x_6$ (kg 人 <sup>-1</sup> )	0.10	30.00		农业机械化作业水平 $x_{29}$ (%)	0.08	80.00
	人均水产品产量 $x_7$ (kg 人 <sup>-1</sup> )	0.10	4.000		化肥施用量 $x_{30}$ (kg $\text{hm}^{-2}$ )	0.08	300.00
安全性 (0.186)	有效灌溉面积比例 $x_8$ (%)	0.18	100	科技投入占 GDP 比重 $x_{31}$ (%)	0.10	> 2.00	
	自然灾害成灾率 $x_9$ (%)	0.20	< 6.00	农业科技贡献率 $x_{32}$ (%)	0.10	70.00	
	中低产田比重 $x_{10}$ (%)	0.16	< 20.00	农业占 GDP 比重 $x_{33}$ (%)	0.08	5.00	
	标准化农田比例 $x_{11}$ (%)	0.16	80.00	规模经营比重 $x_{34}$ (%)	0.06	60.00	
	良种作物普及率 $x_{12}$ (%)	0.16	100	认同性 (0.144)	人口自然增长率 $x_{35}$ (‰)	0.12	< 4.0
有机肥使用率 $x_{13}$ (%)	0.14	30.00	初中以上劳力比重 $x_{36}$ (%)		0.08	80.00	
标准农田林网控制率 $x_{14}$ (%)	0.12	30.00	农业技术人员比重 $x_{37}$ (%)		0.08	2.40	
地面水环境质量指数 $x_{15}$ (0~15)	0.12	1.00	基尼系数 $x_{38}$ (0~1)		0.10	0.1000	
配方施肥水平 $x_{16}$ (%)	0.08	60.00	乡镇企业科技进步贡献 $x_{39}$ (%)		0.06	70.00	
保护性 (0.162)	大气质量等级系数 $x_{17}$ (0~1)	0.12	0.90	每百人拥有电话数 $x_{40}$ (部)	0.06	60	
	耕地年减少率 $x_{18}$ (%)	0.14	0.30	每百人拥有医生数 $x_{41}$ (人)	0.08	0.30	
	饮用清洁水比例 $x_{19}$ (%)	0.08	100	人口平均预期寿命 $x_{42}$ (岁)	0.08	78.00	
	固体废物综合处理率 $x_{20}$ (%)	0.08	> 80.00	人均日摄入热量 $x_{43}$ (千卡)	0.08	3000	
	人均耕地国际警戒线 $x_{21}$ ( $\text{hm}^2$ 人 <sup>-1</sup> )	0.10	0.053	人均日摄入蛋白质 $x_{44}$ (g)	0.08	80.00	
	村镇绿化率 $x_{22}$ (%)	0.06	40.00	生产者补贴等值 $x_{45}$ (0~1)	0.08	0	
生态建设投资占 GDP 比重 $x_{23}$ (%)	0.10	1.80	人均住房面积 $x_{46}$ ( $\text{m}^2$ 人 <sup>-1</sup> )	0.10	15.00		

### 3.3 三种类型指标的量化

46 个单项指标基本可分为三种类型: 一是发展型指标, 如土地生产率、国内生产总值(GDP)等指标值越大越好, 一般采用比较法量化, 即评估值与目标值直接比(公式 1); 二是优化型指标, 如科技投入、人口自然增长率等指标要求符合社会发展需要, 一般趋近法量化, 即评估值、目标值之差与目标值比(公式 2); 三是控制型指标, 如地面水环境质量指标、大气质量等级系数等指标存在绝对标准和相对标准, 一般采用极差法量化, 即评估值、绝对标准之差与相对标准、绝对标准之差比(公式 3)。

$$a_j = x_j / s_j \times 100\% \quad (1)$$

$$a_j = (x_j - s_j) / s_j \times 100\% \quad (2)$$

$$a_j = (x_j - s_{\min}) / (s_{\max} - s_{\min}) \times 100\% \quad (3)$$

式中:  $a_j$  是第  $j$  个单项指标的量化指标值,  $x_j$  是第  $j$  个单项指标的原始参数,  $s_j$  是第  $j$  个单项指标的目标值,  $s_{\min}$  和  $s_{\max}$  是控制型单项因素的上、下限目标值。

### 3.4 综合评估与评判标准

土地可持续评估指标体系中的每一个单项指标从不同侧面来反映土地可持续管理的发展状况, 总体状况必须进行综合评估, 采用多目标线性加权函数法计算, 公式如下:

$$G = \sum_{i=1}^5 \left( \sum_{j=1}^n a_j \cdot r_j \right) \cdot W_i \quad j = 1, 2, \dots, 46 \quad (4)$$

式中:  $G$  是土地可持续管理综合水平指标,  $W_i$  是第  $i$  个子目标的权重,  $r_j$  是第  $j$  个单项因素的权重,  $a_j$  是第  $j$  个单项指标的量化指标值。

根据事物的不断发展论和发展阶段论, 可以把土地可持续管理划分为可持续管理准备阶段、可持续管理发展阶段、初步可持续管理阶段和可持续管理实现阶段等 4 个阶段(表 2)。这样把实现可持续管理这一宏大目标分割成可操作的阶段性目标, 有利于土地可持续管理工作的分段实施和重点突破。

表 2 区域土地可持续管理评判标准

Table 2 Criterion for judgment of regional sustainable land management

综合水平指标(%)	评判标准	综合水平指标(%)	评判标准
Comprehesive evaluation index	Assessment criterion	Comprehesive evaluation index	Assessment criterion
< 50	可持续管理准备阶段	70~ 90	初步可持续管理阶段
50~ 70	可持续管理发展阶段	> 90	可持续管理实现阶段

### 3.5 可持续管理的障碍诊断

为了实现土地可持续管理, 必须对现行土地管理进行病理诊断, 寻找可持续管理的障碍因素, 才能进一步调整相应的经济政策和管理行为。为了问题表达方便, 引入“因素贡献度”和“指标离差度”两个特征向量。因素贡献度是单项因素对总体目标的影响程度, 即单项因素对总体目标的权重; 指标离差度是单项指标与可持续管理目标值之间的距离。这两个指标决定了总体目标实现程度, 组成评判方阵诊断土地可持续管理的障碍, 并提出相应的整治措施。

## 4 案例研究

无锡市地处经济最发达的长江三角洲, 土地肥沃, 水网交织, 是典型的“渔米之乡”, 这个特色决定了耕作和养殖占主导地位的土地利用格局。无锡市属于湿润的亚热带季风气候, 夏季炎热多雨, 冬季寒冷干燥, 春秋季风交替, 天气多变。年均气温 16.2℃, 降水量 1 071.2 mm, 无霜期 242 天,  $\geq 10^\circ\text{C}$  活动积温 4 923℃, 一年二熟, 雨热同期有利于农作物生产。但寒潮、低温、暴雨、台风等灾害性天气也危害和威胁着生产、生活。

#### 4.1 指标量化

根据上述制定的土地可持续管理评估框架流程,有目的地调查了1997年无锡市土地利用、经济发展、农业政策、人口政策和环境质量状况等,收集大量的相关数据,最终确定了1997年无锡市土地可持续管理评估指标体系是各项因素的状态值,并根据公式(1)、(2)、(3)逐一计算评估值(表3)。

表3 1997年无锡市土地可持续管理评估单项指标状态值和评估值\*

Table 3 Indicator values of sustainable land management of Wuxi city in 1997

指标 Indicator	状态值 Present value	评估值(%) Evaluation value	指标 Indicator	状态值 Present value	评估值(%) Evaluation value
$x_1$	28600	63.56	$x_{24}$	12400	48.44
$x_2$	9600	24.00	$x_{25}$	5296	55.17
$x_3$	73.50	81.66	$x_{26}$	81.80	100
$x_4$	6980	77.56	$x_{27}$	10.20	51.00
$x_5$	25.90	82.90	$x_{28}$	38.10	78.74
$x_6$	30.00	86.33	$x_{29}$	63.40	79.25
$x_7$	165.80	75.00	$x_{30}$	514.50	100
$x_8$	99.60	99.60	$x_{31}$	0.73	36.50
$x_9$	13.20	45.45	$x_{32}$	55.90	79.86
$x_{10}$	53.20	37.59	$x_{33}$	8.00	100
$x_{11}$	44.40	55.50	$x_{34}$	15.00	25.00
$x_{12}$	95.00	95.00	$x_{35}$	7.60	52.63
$x_{13}$	6.00	20.00	$x_{36}$	42.60	53.28
$x_{14}$	10.40	34.67	$x_{37}$	1.39	57.92
$x_{15}$	5.0	25.00	$x_{38}$	0.1560	64.10
$x_{16}$	36.50	60.83	$x_{39}$	51.00	72.86
$x_{17}$	0.75	85.00	$x_{40}$	31.80	53.00
$x_{18}$	0.58	51.72	$x_{41}$	0.16	53.33
$x_{19}$	90.00	90.00	$x_{42}$	74.00	94.87
$x_{20}$	45.00	56.25	$x_{43}$	2545	84.83
$x_{21}$	0.061	100	$x_{44}$	69.20	86.50
$x_{22}$	25.00	62.50	$x_{45}$	0.12	88.00
$x_{23}$	1.00	55.56	$x_{46}$	12.60	84.00

\* 资料来源:根据1997年《无锡市统计年鉴》、《江苏农村经济资料》、《无锡市农业普查资料》、《无锡市环境质量年报》等计算整理

#### 4.2 综合评估

根据公式(4)计算,无锡市1997年土地可持续管理综合水平指数为65.42%(表4),说明土地可持续管理水平尚处于可持续管理发展阶段。

#### 4.3 障碍诊断

尽管无锡市是中国最为发达的地区之一,但与国际先进水平相比仍有较大差距。从评估结果可知,1997年无锡市土地可持续管理总体水平处于可持续管理发展阶段,5个子目标的发展水平各异,认同性已达到初步可持续管理阶段。但是安全性和保护性的发展

水平尚低, 这种格局说明降低生产风险, 保护自然资源潜力和防止土壤污染和水质退化是当前必须解决的重要问题, 安全性和保护性已经成为土地可持续管理水平提高的重要障碍。

表 4 1997 年无锡市土地可持续管理评估结果

Table 4 The comprehensive evaluation result of sustainable land management of Wuxi city in 1997 (%)

评估年份 Year	评 估 项 目 Evaluation aims					综合评估 水平指数 Comprehensive evaluation index
	生产率 Productivity	安全性 Security	保护性 Protection	可行性 Viability	认同性 Acceptability	
1997 年	67.45	59.91	60.47	67.86	70.18	65.42

为了提出切实可行的措施, 必须进一步诊断障碍因素。首先, 计算“因素贡献度”和“指标离差度”; 其次, 总目标实现的 0.50% 作为划分障碍因素评判标准; 最后, 构成评判方阵, 分析障碍因素(图 2)。

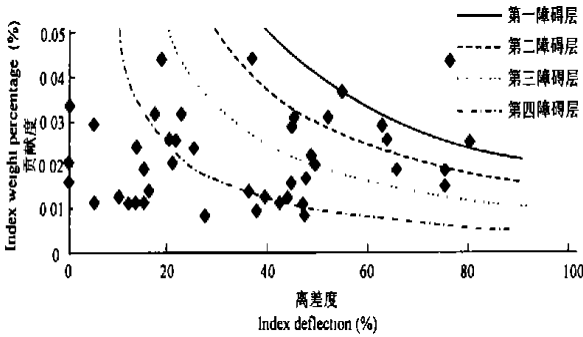


图 2 1997 年无锡市土地可持续管理障碍诊断

Fig. 2 Diagnosis of obstacles in sustainable land management of Wuxi city in 1997

根据图(2) 0.50% 步距评判, 总共划分四个障碍层, 第一障碍层是农业劳动生产率相对较低, 自然灾害成灾率高, 有机肥使用量少, 占总障碍量的 21.62%; 第二障碍层是土地生产率较低, 中低产田比重大, 人均国内生产总值不高, 科研投入占国内生产总值比重太少, 占总障碍量的 19.54%; 第三障碍层是标准化农田比例小, 农田林网化控制率低, 地面水环境质量恶化, 耕地保护不力, 人均年收入偏低, 第三产业欠发达, 规模经营上不去等, 占总障碍量的 25.34%; 第四障碍层有 14 项因素, 占总障碍层的 21.08%; 与其他 18 项因素, 对总体目标实现的影响程度很小, 仅占全部的 12.42%。

#### 4.4 改进措施

针对上述土地可持续管理的四个障碍层, 本着突出重点, 兼顾全面的原则, 提出四点改进措施:

(1) 加大科技投入, 转变增长方式, 提高土地与劳动生产力水平。科技进步是实现土地可持续管理的根本保证, 科研投入占国内生产总值逐步从目前 0.73% 提高至 2.00%。积极培养、引进中高级农业技术和管理人才, 使得农业技术人员比重达 2.40%。大力推广、应用科技成果, 良种作物普及率达 100%, 健全科技队伍, 扩大科技推广服务网络, 加大教育事业投资, 也是实现增长方式根本转变的物质基础。土地与劳动生产力水平提高必须建立在科技进步之上, 农业科技贡献率达 70.00%, 凭廉价劳动力和资源大量消

耗维持的数量扩张和外延式发展是不具有可持续特质的。

(2) 改造农田基础设施,合理施肥,保护耕地。加大农业投入,健全农田基础设施,结合土地整理与复垦,改造中低产田,使之降至 20.00% 以下。适当控制化肥使用,减至  $300.0\text{kg hm}^{-2}$ ,增加有机肥使用量,占肥料使用量的 30.0%。合理搭配,平衡施肥,促效增产。加强管理和检查监督,严格保护耕地,确保人均  $0.053\text{hm}^{-2}$ ,制止、纠正和处理任何损害基本农田的行为。

(3) 提高抗灾、减灾能力,优化生态环境。加强水利基础设施建设,清理淤积,疏浚河道,改造河网,提高防洪抗灾、减灾能力。全面控制环境污染,依靠科技进步,推广清洁生产工艺,综合整治,总量控制,严格实行排污申报和许可证制度,新上项目严格执行“三同时”制度。力争 2010 年实现地面水质全面达 III 类以上,大气保持二级标准,城镇绿化率达 40%,农田林网覆盖率达 80%。

(4) 加快农业产业化步伐,推进土地规模经营,增加人均收入。农业产业化是农业现代化的必由之路,政府应当积极引导、重点扶持发展一批农业企业,实行税收、政策等倾斜。在自愿和适度前提下,推进土地规模经营,力争规模经营比重达 50%~60%,提高土地经营效益,农民人均纯收入 4800 元。同时,防止掠夺式经营,破坏土壤生产力。进一步调整乡镇企业结构,提高第三产业比例至 20%,尤其是商品流通和信息服务产业的发展。

## 5 结 论

1. 土地可持续管理评估必须是针对特定区域、特定利用方式和特定的时段,任何土地利用目的变化都可能导致土地可持续管理评估的指标、阈值的变化,评估结果不再具有针对性,土地可持续管理评估是考察现行土地利用的合理性、科学性和持续性;

2. 土地可持续管理评估的最终目的不仅仅是确定一特定区域土地可持续管理状况如何,如无锡市 1997 年处于可持续管理发展阶段。更重要是根据土地可持续管理状况诊断土地可持续管理障碍因素,提出具有针对性的行政管理、经济手段等改进措施,促进区域土地可持续管理水平的提高;

3. 区域土地可持续管理评估不是一次性评估,它是一个随着土地利用变化、目标实现程度等不断变化的动态评估过程。必须进行系统监测、定期评估,分析不同时期的障碍因素,提出合理的政策建议、经济调控手段等;

4. 土地可持续管理评估的可变性、适时性、快速性和监测性要求必须引入地理信息系统(GIS)等先进的技术手段,促进多目标、多层次、多用户土地利用系统的可操作性、公众参与和快速演化。

## 参 考 文 献

1. Helmut E, Ekehard F, Axel H, *et al.* Taking action for sustainable land-use: Results from 9th ISCO conference in Bonn, Germany. *AMBIO*, 1996, 25(6): 480-483
2. Dumanski J, Eswaran H, Latham M. Criteria for an international framework for evaluating sustainable land management. International workshop on evaluation for sustainable development in the developing world. In: John Dunanski ed. *IBSRAM Proceedings 12*, Vol. 2, Chiang Rai, Thailand. 1991



3. Dumanski J, Smyth A. The Issues and Challenges of Sustainable Land Management. International Workshop on Sustainable Land Management for the 21st Century, University of Lethbridge, Alberta, Canada. 1993
4. Bass B, Byers R E, Lister N M. Integrating research on ecohydrology and land use change with land use management. *Hydrological Processes*, 1998, 12(13): 2 217~ 2 221
5. Shivaramu H S, Yadav S C, Galkawad S T, *et al.* Land use requirement of sorghum on swell-shrink soils based on its performance at varied management. *Journal of the Indian Society of Soil Science*, 1997, 45(2): 315~ 324
6. Watson A E, LaBelle J M. Introduction to Planning and Land Use Management in the United States, with Some Comparisons with Canada and England. *Environments*, 1997, 24(3): 66~ 69
7. Pushparajah E. Sustainable land management. *Planter*, 1997, 73(1): 859~ 860
8. Morris J R, Phillips P S, Read A D. The UK Landfill Tax: an analysis of its contribution to sustainable waste management. *Resources, Conservation and Recycling*, 1998, 23(4): 259~ 262
9. Rais J. Planning sustainable land management at regional level: the Indonesian case. *ITC Journal*, 1997 (3/4): 273~ 277
10. Higgitt D, Newson, M. D. Land, water and development: sustainable management of river basin systems. *Progress in Physical Geography*, 1999, 23(2): 304~ 308
11. Winkleprins Antoinette M G. A Local Soil Knowledge: A tool for sustainable land management. *Society and Natural Resources*, 1999, 12(2): 151~ 155
12. Eijsackers H. Soil quality assessment in an international perspective: Generic and land use based quality standards. *AMBIO*, 1998, 27(1): 70~ 77
13. Smyth A J, Dumanski J. FESLM: An international framework for evaluating sustainable land management. *World Soil Resources Reports*, 1993, 73: 1~ 56
14. Syers J K, Hamblin A, Pushparajah E. Indicators and thresholds for the evaluation of sustainable land management. *Canadian Journal of Soil Science*, 1995, 75: 423~ 428
15. Hurni H. Concepts of sustainable land management. *ITC Journal*, 1997 (3/4): 210~ 215
16. Keith S J, Lingard J, Christian P, *et al.* Sustainable land management for the semi-arid and sub-humid tropics. *AMBIO*, 1996, 26(6): 484~ 491
17. Sundell B. The future of agriculture and new technological development. *AMBIO*, 1997, 26(7): 412~ 414
18. Dumanski J. Criteria and indicators for land quality and sustainable land management. *ITC Journal*, 1997 (3/4): 216~ 222
19. Groot R. Spatial data infrastructure (SDI) for sustainable land management. *ITC Journal*, 1997 (3/4): 287~ 294
20. Bouma J. The land use systems approach to planning sustainable land management at several scales. *ITC Journal*, 1997 (3/4): 237~ 242
21. Bie S W. Address: The missing scientific links to plan sustainable land management at farm level—past and future. *ITC Journal*, 1997 (3/4): 284~ 286
22. Pieri C. Planning sustainable land management: the hierarchy of user needs. *ITC Journal*, 1997 (3/4): 223~ 228
23. Zhou Q. Use of GIS technology for land resource inventories and modelling for sustainable regional development. *AMBIO*, 1998, 27(6): 444~ 450
24. Ringrose S, Vanderpost C, Matheson W. Use of image processing and GIS techniques to determine the extent and possible causes of land management/fence-line induced degradation problems in the Okavango area, northern Botswana. *International Journal of Remote Sensing*, 1997, 18(11): 2 337~ 2 342
25. Roslan Z A, Kia Hui Tew. Use of satellite imagery to determine the land use management factors of the USLE. *IAHS Publication*, 1997, 245(10): 205~ 206
26. Klaas J B. Geo-information for sustainable land management? Questions to be answered. *ITC Journal*, 1997 (3/4): 206~ 209
27. Ramalho-Filho A, De Oliveira R P, Pereira L C. Use of geographic information systems in (planning) sustainable land management in Brazil: potentialities and user needs. *ITC Journal*, 1997(3/4): 295~ 301
28. Skidmore A K, Bijker W, Schmidt K, *et al.* Use of remote sensing and GIS for sustainable land management, *ITC Journal*, 1997 (3/4): 302~ 315

29. Muchena F N, Van der Blik J. Planning sustainable land management: finding a balance between user needs and possibilities. *ITC Journal*, 1997(3/4): 229~ 234
30. Klaas J B. ISSS Sub-Commission F Land Evaluation Congress: Geo-information for sustainable land management. *ITC Journal*, 1997(3/4): 205
31. Velayutham M. Rural communities and sustainable land management and soil survey information dissemination: A common ground to forge. *Journal of the Indian Society of Soil Science*, 1997, 45(4): 626~ 630
32. Hartemink A E. Soil chemical and physical properties as indicators of sustainable land management under sugar cane in Papua New Guinea. *Geoderma*, 1998, 85(4): 283~ 286
33. 陈迎. 可持续发展指标体系与国际比较研究. *世界经济*, 1997, 17(6): 62~ 68
34. Richardson B J. Economic instruments and sustainable management in New Zealand. *Journal of Environmental Law*, 1998, 10(1): 21~ 25
35. Schreiner D F, Lee H S, Koh Y K, *et al.* Rural development: Toward an integrative policy framework. *Journal of Regional Analysis and Policy*, 1996, 26(2): 53~ 55
36. UNDP. *Indicators of Sustainable Development Framework and Methodologies*. New York: ISBN 92- 1- 104470- 7, 1996
37. 李硕, 苑平, 安国胜等. *环境保护工作全书(环境质量标准)*. 北京: 中国环境科学出版社, 1997
38. *中国 21 世纪议程——中国 21 世纪人口、环境与发展白皮书*, 北京: 中国环境科学出版社, 1994
39. 刘翼浩, 任天志. 中国农业(农村)现代化与持续化指标体系的研究. *农业现代化研究*, 1995, 16(5): 287~ 291
40. 毛汉英. 山东省可持续发展指标体系初步研究. *地理研究*, 1996, 16(4): 16~ 22

## THE COMPREHENSIVE EVALUATION AND PRACTICES ON SUSTAINABLE LAND MANAGEMENT IN REGIONAL SCALE: A CASE OF WUXI CITY

Chen Fu Peng Bu-zhuo Pu Li-jie Zhou Yi-kang

(*Department of Urban and Resources Sciences, Nanjing University, Nanjing 210093*)

### Summary

The paper is intended to provide a structured, logical pathway for determining whether or not a carefully designed form of land management is likely to prove sustainable in a particular situation over a set period of time in a regional scale. Based on the five aims of the FESLM: An international framework for evaluating sustainable land development by FAO, *i. e.* productivity, security, protection, viability, and acceptability, the authors put forward a basic framework for evaluating indicator system consisting of 46 evaluating factors and establish weights, target values of the indicators in regional sustainable land management. Comprehensive evaluation is made on sustainable land management of Wuxi City in 1997, with a resultant value of 65.42%. The result shows that the land management at present in Wuxi City is still at a developing stage.

The authors put forward a new method to diagnose the obstacles in sustainable land development. All indicators individual into 4 obstacle layers with 0.5% of gross aim in sustainable land management. The chief reasons accounting for low level of sustainable land management exist in land use in Wuxi City at present as follows: Firstly, though the agricultural output value and products have been growing, the land and labor productivity remains at a still low level. Secondly, there are frequent flood disasters and serious environmental pollution. Thirdly, the median and low productive land is in the ascendant and the basic establishments draggle. Fourthly, R&D are so low that the productivity is limited. Lastly, it is difficult to form scale economy and gain scale benefits because of small-scale land management, which leads to low income. According to the above said problems, the authors put forward some measures as follows: Firstly, increase the funds for R&D, alternate the way of growth and improve the productivity. Secondly, restructure basic establishments of farmland, use fertilizer reasonably and protect arable land. Thirdly, improve the ability of resisting disasters and optimize the environment. Fourthly, expedite agricultural industrialization, accelerate scale land management, and increase farmers' income. Lastly, perfect mechanism of land management and establish perfect rules and regulations on sustainable land management.

**Key words** Land use, Sustainable land management, Evaluating indexes, Diagnosis of obstacle