

# 耕地集约节约利用评价方法及应用——以福建省为例

张世文<sup>1</sup>, 马素敏<sup>2</sup> (1. 福建农林大学资源与环境学院, 福建福州 350002; 2. 安徽省阜南县第二中学, 安徽阜阳 236300)

**摘要** 构建耕地集约节约利用评价体系和探讨评价的有效方法, 并将其应用于福建省。研究表明: 耕地集约节约利用评价指标分 3 层, 9 个指标; 层次分析法对耕地集约节约利用评价比较方便和合理, 从最终参评因子的权重排序可以看出, 影响耕地集约节约利用因素主要是耕地利用强度和投入; 应用构建的评价体系和层次分析法对福建省耕地集约利用进行评价, 结果显示从 1996 到 2004 年福建省耕地集约节约利用水平呈上升趋势。

**关键词** 耕地集约节约利用; 评价体系; 层次分析法

中图分类号 F323.211 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2006)24-6576-02

## Assessment Method and Application of the Cultivated Land Saving and Intensive Use

ZHANG Shi-wen et al (College of Resources and Environment, Fujian Agriculture and Forestry University, Fuzhou, Fujian 350002)

**Abstract** To construct the system of the assessment system of the cultivated land saving and intensive use is the purpose and the effective methods used in Fujian province were discussed. The results showed that the system of land saving and intensive use contained three hierarchies and nine indexes, the Analytic Hierarchy Process applied in the land saving and intensive use was convenient and rational with sorting. The most important factor was the land use intensity and devotion. With the Analytic Hierarchy Process, the land saving and intensive use level had the upward trend.

**Key words** Cultivated land; Saving and intensive; System of assessment; Analytic Hierarchy Process

### 1 评价目标

土地集约用地评价是通过设计一整套土地集约利用评价的指标体系, 通过对各项指标的衡量和分析, 探索不同背景条件下集约用地的标准及其评价方法, 进而对土地的集约利用水平进行评价。耕地集约节约利用评价目标, 应从 5 个方面加以考虑: 一是落实科学土地资源观; 二是实行标准的耕地利用方式; 三是提高土地质量, 增强土地的适应宽度; 四是通过集约用地评价, 使人们更为深入地把握集约用地在空间上的分布和在时间上的演替规律, 进一步了解集约用地影响因素产生作用的机制和在不同的环境条件下各自所发挥作用的大小, 推动集约用地研究工作的开展; 五是促进土地在区域不断发展中形成合理的集约度, 只有这样, 区域的发展才能可持续, 区域居民才能充分享受区域发展所带来的生活质量的全面提高。

### 2 评价体系的功能

土地集约节约利用评价体系的功能主要体现在以下几个方面: 反映功能, 监测功能, 比较功能, 评价功能, 预测预报功能等。耕地也不例外, 评价指标体系的建立可从资源环境、经济、社会因子出发, 从影响耕地的主要因素的分析入手, 既反映耕地集约利用数量水平, 又反映质量水平, 从而使指标体系准确地反映耕地状况。

### 3 评价指标选取的原则

耕地评价指标的选取应该遵循五大原则: 一是前瞻性、系统性原则; 二是地域类型分异性原则; 三是资源环境适宜性原则; 四是现实性原则; 五是可行性、可操作性原则<sup>[1]</sup>。

### 4 耕地集约节约利用评价方法

层析分析法 (The Analytic Hierarchy Process, AHP) 是指将决策问题的有关元素分解成目标、准则、方案等层次, 在此基础上进行定性和定量分析的一种决策方法<sup>[2]</sup>。具有较高的逻辑性、系统性、简洁性和实用性等特征。土地集约节约利用指标评价体系应有层次性, 包括目标层次、准则层次、措施评价层次等。如果对土地集约节约利用的指标应用层次分析法, 就可以将每一个指标在土地集约利用中的重要性定量计算出来, 从而达到土地集约利用的评价既定性和定量的目的。

随着计算机软件技术的发展, AHP 的原有的计算量大和计算较繁琐的缺陷逐渐得以弥补, AHP 在土地方面应用也逐渐广泛起来。下面系统详尽地讲述 AHP 评价耕地集约和节约利用评价的一般过程。

**4.1 构建层次结构模型 (评价指标体系)** 遵循指标选取的原则, 以评价目标为出发点, 为了更好地体现体系评价的功能, 耕地的集约节约利用评价体系可按表 1 设定。

表 1 耕地集约节约利用评价指标体系

目标层 A	准则层 B	措施评价层 P	指标说明
耕地集约节约利用水平	耕地利用强度 B <sub>1</sub>	复种指数 (P <sub>1</sub> )	播种面积/耕地总面积
		人均耕地 (P <sub>2</sub> )	耕地总面积/总人口
		有效灌溉率 (P <sub>3</sub> )	有效灌溉面积/耕地总面积
	耕地投入 (B <sub>2</sub> )	地均劳力 (P <sub>4</sub> )	农村总人口/耕地面积
		单位耕地化肥使用量 (P <sub>5</sub> )	化肥使用总量/耕地总面积
	耕地利用效益 B <sub>3</sub>	单位耕地产出 (P <sub>6</sub> )	种植业产值/耕地总面积
		农业内部种植业产值占农业总产值比重 (P <sub>7</sub> )	种植业产值/农业总产值
		粮食单产 (P <sub>8</sub> )	粮食总产量/耕地总面积
		农民人均收入 (P <sub>9</sub> )	农民总收入/农村总人口

### 4.2 建立判断矩阵 从第 2 层开始, 针对上一层某个元素

(准则层), 对下一层与之相关的元素, 即层间的元素进行两两对比, 并按其重要性程度评定等级, 根据指标体系形成表 2。记 P<sub>i</sub> 或 B<sub>j</sub> 为 i 比元素 j 的重要性等级, 具体的重要性等级及其赋值, 一般由 9 位标度法<sup>[3]</sup>确定, 即用 1, 2, 3, 4, 5,

**作者简介** 张世文 (1981-), 男, 安徽合肥人, 硕士研究生, 研究方向: 土地资源利用与规划。

**收稿日期** 2006-09-18

6,7,8,9 以及它们的倒数来表示,其含义为:1,3,5,7,9 依次表示:一样重要,重要一点,重要,重要得多,绝对重要;取 2,4,6,8,表示取值介于上述邻近 2 项之间;每个标度的倒数则有相反的意义。任何判断矩阵都满足:  $P_{ij}$  或  $B_{ij} = 1, P_{ji}$  (或  $B_{ji}) = 1/P_{ij}$  或  $1/B_{ij}$ 。

表 2 判断矩阵的构造

A-B	B-P <sub>1-3</sub>	B-P <sub>4-5</sub>	B-P <sub>6-9</sub>
( B <sub>11</sub> B <sub>12</sub> B <sub>13</sub> )	( P <sub>11</sub> P <sub>12</sub> P <sub>13</sub> )	( P <sub>44</sub> P <sub>45</sub> )	( P <sub>66</sub> P <sub>67</sub> P <sub>68</sub> P <sub>69</sub> )
( B <sub>21</sub> B <sub>22</sub> B <sub>23</sub> )	( P <sub>21</sub> P <sub>22</sub> P <sub>23</sub> )	( P <sub>54</sub> P <sub>55</sub> )	( P <sub>76</sub> P <sub>77</sub> P <sub>78</sub> P <sub>79</sub> )
( B <sub>31</sub> B <sub>32</sub> B <sub>33</sub> )	( P <sub>31</sub> P <sub>32</sub> P <sub>33</sub> )		( P <sub>86</sub> P <sub>87</sub> P <sub>88</sub> P <sub>89</sub> )
			( P <sub>96</sub> P <sub>97</sub> P <sub>98</sub> P <sub>99</sub> )

4.3 计算权重向量并作一致性检验 根据各因子在耕地系统发展演化中的作用和各因子之间的相关性,结合专家评判来确立各元素重要性等级并赋值。形成判断矩阵构造结果(表 4)。

4.3.1 采用和法确定权重向量 ( $W_i$ ) 并对其进行归一化处理。矩阵的列向量之和经过规范化处理的向量,就是权重向量。对矩阵每行诸元求和,有

$$\bar{W}_i = \sum_{j=1}^n P_{ij} \text{ 或 } B_{ij} \quad (i=1,2,\dots,n), \text{再规范化,便可得到权重向量:}$$

$$W_i = \frac{\sum_{j=1}^n P_{ij} \text{ 或 } B_{ij}}{\sum_{k=1}^n \sum_{j=1}^n P_{kj} \text{ 或 } B_{kj}} \quad (i=1,2,\dots,n)$$

利用  $\lambda_{\max} = \sum_{j=1}^n (AW)_i / (nW_i)$  求最大特征值近似值。(AW)<sub>i</sub> 表示 AW 的第 i 个分量。

4.3.2 一致性检验。进行一致性检验步骤可分成 4 步:步骤 1, 计算 CI 值,  $CI = (\lambda_{\max} - n) / (n - 1)$ , 式中, n 表示矩阵阶数;步骤 2, 按矩阵阶数从 RI 值表中查出相应的 RI 值(如表 3);步骤 3, 计算 CR(一致性比率)值, 一致性判别式:  $CR = \frac{CI}{RI}$ ;步骤 4, 若  $CR < 0.1$ , 检验通过, 否则需对判断矩阵进行调整, 再返回第一步。

4.4 最终参评因子权重 各因素最终各项参评因子的权重

表 3 矩阵阶数为 1-10 的 RI 值<sup>[2]</sup>

n	RI
1	0.000 0
2	0.000 0
3	0.514 9
4	0.893 1
5	1.118 5
6	1.249 4
7	1.345 0
8	1.420 0
9	1.461 6
10	1.487 4

表 6 1996~2004 年福建省耕地集约节约利用综合评价值

	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>3</sub>	P <sub>4</sub>	P <sub>5</sub>	P <sub>6</sub>	P <sub>7</sub>	P <sub>8</sub>	P <sub>9</sub>	综合评价值
1996	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
1997	0.312	0.109	0.058	0.114	0.237	0.081	0.044	0.045	0.025	1.026
1998	0.312	0.108	0.059	0.117	0.244	0.086	0.044	0.045	0.027	1.042
1999	0.313	0.106	0.060	0.119	0.258	0.090	0.044	0.044	0.028	1.063
2000	0.297	0.100	0.062	0.125	0.262	0.091	0.044	0.044	0.030	1.054
2001	0.292	0.098	0.062	0.128	0.253	0.095	0.044	0.045	0.031	1.048
2002	0.290	0.096	0.063	0.130	0.261	0.099	0.044	0.044	0.032	1.060
2003	0.278	0.094	0.064	0.133	0.264	0.104	0.044	0.046	0.034	1.061
2004	0.280	0.094	0.064	0.136	0.269	0.119	0.044	0.047	0.037	1.091

(下转第 6579 页)

$W_i (i=1 \dots 9)$  由下式计算得出<sup>[4]</sup>。  $W_i = \sum_{j=1}^3 B_j P_{ij}$ ,  $B_j$  表示总目标层 A 对于综合评价层  $B_1, B_2, B_3$  各相关因子的权重,  $P_i$  表示 P 层相对于 B 层各相关因子的权重。

5 耕地集约节约利用综合评价值计算及结果分析

利用各参评因子的最终权重, 结合标准化的指标值, 采用加权求和综合评价方法求出福建省耕地集约节约利用的综合评价值。依据参评因子的最终权重和综合评价对区域的耕地集约节约利用进行评价。

6 案例分析——以福建省为例

6.1 构造判断矩阵、计算评价因子的权重 根据各参评因子在福建省耕地系统发展演化中的作用和各因子之间的相关性, 结合专家评判来确立各元素重要性等级并赋值, 形成判断矩阵构造结果(表 4)。

表 4 判断矩阵的构造结果

A-B	B-P <sub>1-3</sub>	B-P <sub>4-5</sub>	B-P <sub>6-9</sub>
( 1, 2, 2 )	( 1, 3, 5 )	( 1, 1/2 )	( 1, 2, 2, 3 )
( 1/2, 1, 2 )	( 1/3, 1, 2 )	( 2, 1 )	( 1/2, 1, 1, 2 )
( 1/2, 1/2, 1 )	( 1/5, 1/2, 1 )		( 1/2, 1, 1, 2 )
			( 1/3, 1/2, 1/2, 2 )

利用和法求解特征值和最大特征值并作一致性检验, 计算结果如下:

$$W_A \in (0.476, 0.333, 0.190)^T, \lambda_{\max} = 3.0607, CR = 0.0590;$$

$$W_{C1} \in (0.641, 0.238, 0.121)^T, \lambda_{\max} = 3.0049, CR = 0.00477;$$

$$W_{C2} \in (0.333, 0.667)^T, \lambda_{\max} = 2, CR = 0;$$

$$W_{C3} \in (0.414, 0.233, 0.120)^T, \lambda_{\max} = 4.012, CR = 0.00448。$$

以上均满足  $CR < 0.1$  的标准, 通过一致性检验。

6.2 福建省耕地集约节约利用水平评价

6.2.1 最终各项参评因子的权重及层次排序见表 5。

表 5 耕地最终各项参评因子的权重及层次排序

	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>3</sub>	W <sub>i</sub>	层次排序
	0.476	0.333	0.19		
P <sub>1</sub>	0.641			0.305	1
P <sub>2</sub>	0.238			0.113	3
P <sub>3</sub>	0.121			0.058	6
P <sub>4</sub>	0.333			0.111	4
P <sub>5</sub>	0.667			0.222	2
P <sub>6</sub>			0.414	0.079	5
P <sub>7</sub>			0.233	0.044	7
P <sub>8</sub>			0.233	0.044	7
P <sub>9</sub>			0.120	0.023	8

6.2.2 耕地集约节约利用评价综合值计算。以 1996 年数据为基准, 标准化指标值, 根据上面求解的权重结果, 利用加权求和综合评价方法, 计算福建省 1996~2004 年耕地集约利用综合评价值(表 6)。

6.2.3 综合评价分析。在所有的参评因子中, 排序靠前的 3 个分别是复种指数、单位耕地面积化肥使用量和人均耕地

(上接第 6577 页)

(表 5)。也就是说影响耕地集约节约利用水平的主要因素是耕地的利用强度和投入水平。由表 6 可以看出,福建省耕地从 1996~2004 年基本呈上升趋势,上升了 0.091。但增长的速率不是很稳定。

#### 参考文献

[1] 王业桥.节约集约用地评价指标体系研究[J].中国土地科学,2006,

20(3):24-30.

- [2] 秦寿康.综合评价原理与应用[M].北京:电子工业出版社,2003:23-44.
- [3] PEGGS I D, THIEL R, Thiel. Selecting a geomembrane material [J]. International Conference on Geosynetics, 1998(1):381-384.
- [4] 万洪秀,孙占东,王润.博斯腾湖湿地生态脆弱性评价研究[M].干旱区地理,2006,29(2):248-253.