

# 基于灰色理论的现代多功能农业评价研究<sup>\*</sup>

——以湖南省湘潭市为例

乌东峰 (湖南省社会科学院 长沙 410003)

张世兵 (湖南农业大学经济学院 长沙 410128)

滕湘君 (湖南吉首市房产局 吉首 416000)

**内容提要** 现代多功能农业评价体系由有机农业、能源农业、生态农业、旅游农业、文化农业、都市农业6个一级指标、23个二级指标组成,并用灰色理论得到现代多功能农业发展评价模型,并用模型对案例试图进行定量评价。

**关键词** 灰色理论 多功能农业 评价体系研究 湘潭市

2007年中央一号文件《关于积极发展现代农业扎实推进社会主义新农村建设的若干意见》明确指出:“建设现代农业,必须注重开发农业的多种功能,向农业的广度和深度进军,促进农业结构不断优化升级。”这标志着与传统产品生产意义上的生产性农业相比,多功能农业从内涵到结构均已发生重大而突出的变化,正日益成为国民经济真正意义上的基础结构部门,而不再是一个简单的产品生产部门。因此,建立能反映现代多功能农业的评价体系,并选择具有代表性的区域对多功能农业发展规律进行实证分析,具有十分重要的意义。

6. 江西省统计局. 江西省林业产权制度改革与农民增收. 2006
7. 孙妍, 徐晋涛, 李凌. 林权制度改革对林地经营模式影响分析——江西省林权改革调查报告. 林业经济, 2006(8): 711
8. 李娅, 姜春前, 严成, 邱水文, 黄选瑞. 南方集体林区林权改革研究. 安徽农业科学, 2007(5): 1488~1493
9. 朱冬亮, 肖佳. 集体林权制度改革: 制度实施与成效反思——以福建为例. 中国农业大学学报(社会科学版), 2007(03): 81~90
10. 刘璨, 吕金芝, 王礼权, 林海燕. 集体林权制度改革——安排、变迁与绩效. 林业经济, 2006 11
11. 洪亚军, 黄东平, 李海粟. 试从经济生态社会角度分析江西省集体林权制度改革. 江西林业科技, 2008(1): 54~56
12. 赵铁珍, 柯水发, 高岗等. 森林灾害对我国林业经济增长的影响分析. 北京林业大学学报, 2004(2): 37~4
13. 徐济德, 许传德, 黄东等. 福建林权制度改革的调查与思考. 林业资源管理, 2005(06): 1~7
14. 雷加富. 集体林权制度改革是建设社会主义新农村的重要举措——福建、江西集体林权制度改革透视与深化. 东北林业大学学报, 2006(5): 1~4

责任编辑 张宁宁

<sup>\*</sup> 项目来源: 国家社科基金重点课题“现代多功能农业研究”(编号: 08AJL003)和国家社科基金重大课题“资源节约型、环境友好型农业生产体系研究”(编号: 08ZD029)。主持人: 乌东峰

## 一、建立评价对象的相关指标体系

现代多功能农业评价指标体系分三层,目标层 A 为“现代多功能农业发展”;准则层包括有机农业指标 B<sub>1</sub>、生态农业指标 B<sub>2</sub>、能源农业指标 B<sub>3</sub>、旅游农业指标 B<sub>4</sub>、文化农业指标 B<sub>5</sub> 以及都市农业指标 B<sub>6</sub> 共六项指标,指标层包括 23 个单项评价指标。现代多功能农业评价指标体系如表 1 所示。

表 1 现代多功能农业评价指标体系

目标层	准则层	指标层	计算公式
现代多功能农业 发展 A	有机农业 指标 B <sub>1</sub>	粮食生产 C <sub>11</sub>	当年每公顷产量(千克)
		肉类生产 C <sub>12</sub>	当年生产总重量(万吨)
		蔬菜生产 C <sub>13</sub>	当年每公顷产量(千克)
		水果生产 C <sub>14</sub>	当年生产总重量(万吨)
		药材生产 C <sub>15</sub>	当年播种面积(千公顷)
		棉花生产 C <sub>16</sub>	当年每公顷产量(千克)
		麻类生产 C <sub>17</sub>	当年每公顷产量(千克)
		水产品生产 C <sub>18</sub>	当年每公顷产量(千克)
		农业用地保有量 C <sub>21</sub>	当年农业用地保有量(千公顷)
	生态农业 指标 B <sub>2</sub>	造林面积 C <sub>22</sub>	当年造林面积(千公顷)
		水土流失治理面积 C <sub>23</sub>	当年水土流失治理面积变化
		农业自然灾害成灾率 C <sub>24</sub>	成灾面积/受灾面积
		节水灌溉面积 C <sub>25</sub>	节水灌溉面积(千公顷)
		化肥使用量 C <sub>26</sub>	当年使用化肥量(千吨)
		能源农业 指标 B <sub>3</sub>	能源生物生产 C <sub>31</sub>
	沼气池建设 C <sub>32</sub>		当年建设个数(个)
	旅游农业 指标 B <sub>4</sub>	商饮业收入 C <sub>41</sub>	年收入(万元)
		乡野旅游 C <sub>42</sub>	年收入(万元)
	文化农业 指标 B <sub>5</sub>	农村文化开发影响 C <sub>51</sub>	影响力
		农业文化资源开发 C <sub>52</sub>	年收入(万元)
	都市农业 指标 B <sub>6</sub>	城市绿化园林 C <sub>61</sub>	绿化面积(公顷)
		园林绿地面积 C <sub>62</sub>	绿化面积(公顷)
		都市休闲农业 C <sub>63</sub>	年收入(万元)

## 二、利用层次分析法确定评价指标的权重

现代多功能农业评价指标体系是一个具有多层次、多指标、各因素重要相对性不同的复合体系。科学确定各指标的权重是对现代多功能农业进行综合评价过程中的难点。常用的经验估值法、专家确定法等能比较科学地确定单层次的指标权重。然而,在多层次指标体系中,且指标层与子指标层之间存在不同的隶属关系的情况下,这两种方法却一筹莫展。层次分析法不仅适用于存在不确定性和

主观信息的情况,还允许以合乎逻辑的方式运用经验、洞察力和直觉。层次分析法通过构造判断矩阵,先对单层指标进行权重计算,然后再进行层次间的指标总排序来确定所有指标因素相对于总指标的相对权重,使整个决策过程变得简单明了,从而为确定复杂评价体系中的指标权重提供一种很好的解决途径。根据专家调查的结果,将各层指标的相对重要性构造为判断矩阵进行计算,利用同一层次中所有层次单排序的结果,就可以计算针对上一层而言,本层次所有因素重要性的权值。层次总排序需要从上到下逐层进行。综合以上计算结果,可得指标层相对于总目标的总排序,见表 2 中的综合评价指标权重。

利用层次分析法,不仅可以降低工作难度,提高指标权重的精确度和科学性,而且通过构造比较判断矩阵、进行一致性检验等措施,有效保障了指标权重确定时的信度和效度,同时,计算矩阵特征向量时,提供了和积法、方根法、特征根方法以及最小二乘法等多种思路,并可以应用计算机处理数据,具有较强的可操作性。

表 2 现代多功能农业评价指标层次总排序

准则层	B1	B2	B3	B4	B5	B6	指标相对于总目标的权重
	0.4408	0.2198	0.1451	0.0938	0.0402	0.0603	
C <sub>11</sub>	0.2925						0.129
C <sub>12</sub>	0.1888						0.083
C <sub>13</sub>	0.1888						0.083
C <sub>14</sub>	0.1211						0.053
C <sub>15</sub>	0.0781						0.034
C <sub>16</sub>	0.0491						0.022
C <sub>17</sub>	0.0491						0.022
C <sub>18</sub>	0.0325						0.015
指 C <sub>21</sub>		0.3457					0.076
C <sub>22</sub>		0.1312					0.029
C <sub>23</sub>		0.2114					0.046
标 C <sub>24</sub>		0.2114					0.046
C <sub>25</sub>		0.0597					0.013
层 C <sub>26</sub>		0.0406					0.009
C <sub>31</sub>			0.6685				0.097
C <sub>32</sub>			0.3315				0.048
C <sub>41</sub>				0.6667			0.063
C <sub>42</sub>				0.3333			0.031
C <sub>51</sub>					0.1741		0.007
C <sub>52</sub>					0.8359		0.034
C <sub>61</sub>						0.6333	0.038
C <sub>62</sub>						0.2605	0.016
C <sub>63</sub>						0.1062	0.006

### 三、研究方法

由于现代多功能农业评价指标体系具有层次多的特点,本文采用多层次灰色关联度分析方法对湘潭市现代多功能农业进行评价分析。多层次灰色评价法的具体计算步骤如下(邓聚龙, 1990; 刘思峰等, 1999):

令一级指标(准则层)为  $A^i, i=1, 2, \dots, m$ , 二级指标(指标层)为  $A^j, j=1, 2, \dots, n_i$ . 设评价对象的序号为  $s, s=1, 2, \dots, q, M^s$  表示第  $s$  个评价对象的综合评价值。

### 1. 原始数据标准化

本次实证研究对数据的标准化即无量纲化处理。根据指标性质(效益型、成本型及适中型)的不同,数据无量纲化的方法如下(彭国甫, 2004):

令  $u_i$  分别代表评价指标集, 则对于评价指标有  $u_i \in u$ , 设其值域为  $d_i = [m_i, M_i]$ , 定义  $u_i \in u_{d_i}(x_i), i=1, 2, \dots, n_i$ . 评价指标  $u_i$  的属性值  $x_i$  必须实现无量纲化给出标准函数, 即计算指标具体的隶属度, 才能进行属性间的比较分析。

(1) 效益型指标无量纲化的标准函数 ( $u_i \in U_1$ ):

$$r_i = u_{d_i}(x_i) \begin{cases} 1 & x_i \geq M_i \\ (x_i - m_i) / (M_i - m_i) & x_i \in d_i \\ 0 & x_i \leq m_i \end{cases} \quad (1)$$

(2) 适中型指标无量纲化的标准函数 ( $u_i \in U_2$ ):

$$r_i = u_{d_i}(x_i) \begin{cases} 2(x_i - m_i) / (M_i - m_i) & x_i \in (m_i, M(d_i)) \\ 2(M_i - x_i) / (M_i - m_i) & x_i \in (M(d_i), M_i) \\ 0 & x_i \leq m_i \text{ 或 } x_i \geq M_i \end{cases} \quad (2)$$

(3) 成本型指标无量纲化的标准函数 ( $u_i \in U_1$ ):

$$r_i = u_{d_i}(x_i) \begin{cases} 1 & x_i \leq m_i \\ (M_i - x_i) / (M_i - m_i) & x_i \in d_i \\ 0 & x_i \geq M_i \end{cases} \quad (3)$$

其中,  $M(d_i) = \frac{(M_i + m_i)}{2}$ 。

### 2. 确定最底层的最优指标集

令  $U^i = (U_{js}^i)_{n_i \times q}$  表示第  $i$  个一级指标原始数据的矩阵, 对其进行标准化处理后得到矩阵  $D^i = (d_{js}^i)_{n_i \times q}$ 。设  $d_j^i$  为第  $j$  个指标在  $q$  个评价对象中的最优值(效益型指标取最大值, 成本型指标取最小值), 则  $D_{\max}^i = [d_1^i, d_2^i, \dots, d_{n_i}^i]^T$  即为该系统内的最优指标集。

### 3. 计算关联系数, 确定评判矩阵

以最优指标集  $D_{\max}^i = [d_1^i, d_2^i, \dots, d_{n_i}^i]^T$  为参考数据,  $D_s^i = [d_{1s}^i, d_{2s}^i, \dots, d_{n_i s}^i]^T$  为被比较数据, 则第  $s$  年评价对象的第  $j$  个指标与最优指标集第  $j$  个指标之间的关联系数  $\xi_s^i$  的计算公式为:

$$\xi_s^i = \frac{m \min_k |d_k^i - d_{ks}^i| + \lambda n \min_k |d_k^i - d_{ks}^i|}{|\ d_k^i - d_{ks}^i \ | + \lambda n \min_k |d_k^i - d_{ks}^i|} \quad (4)$$

其中,  $\lambda$  为分辨系数, 取值范围为 (0, 1), 一般取 0.5 或小于 0.5。由此得评判矩阵  $F^i = (\xi_s^i)_{n_i \times q}$ 。

### 4. 确定最底层评价指标的权重

利用层次分析法确定了各项指标的权重。

### 5. 对中间层指标作综合评价

计算二级评价结果, 计算公式为:

$$R^i = (W^i)^T F^i, \quad (i = 1, 2, \dots, m) \quad (5)$$

6. 确定中间层评价矩阵

由二级评价结果构成中间层评价矩阵  $R = [R^1, R^2, \dots, R^m]^T$ , 重复 (2)、(3) 的步骤, 构建评判矩阵  $B$ 。

7. 确定中间层权重系数

利用 (4) 阐述的熵值法计算出中间层指标的权重系数  $w_i (i = 1, 2, \dots, m)$ , 构成一级指标的权重向量  $W = [w_1, w_2, \dots, w_m]$ 。

8. 对目标层作综合评价

$$\text{综合评价结果为: } M = WB = [M^1, M^2, \dots, M^q] \quad (6)$$

即可对各评价对象进行综合评价、排序优选。

### 四、湘潭市现代多功能农业评价过程

本次实证研究以湖南省湘潭市现代多功能农业为研究对象, 数据来源于 2002 年至 2008 年《湘潭统计年鉴》和《湘潭年鉴》部分数据来源于网络。

1. 将原始数据进行标准化, 处理结果见表 3。

表 3 2001—2007 年湘潭市现代多功能农业指标原始数据标准化结果

指标	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
$C_{11}$ 粮食当年每公顷产量 (公斤)	0.8159	0	0.8118	0.5360	0.4252	0.7185	1
$C_{12}$ 肉类 (吨)	0	0.1215	0.2314	0.4417	0.6814	0.8427	1
$C_{13}$ 蔬菜当年每公顷产量 (公斤)	0	0.0393	0.0238	0.7191	0.7069	0.7369	1
$C_{14}$ 水果当年产量 (吨)	1	0.8178	0.6667	0	0.0845	0.1880	0.2673
$C_{15}$ 药材 (千公顷)	0	0	0.2667	0.4667	0.6667	0.8667	1
$C_{16}$ 棉花 (公斤/公顷)	0	0.3897	0.5429	0.1940	0.8476	0.9084	1
$C_{17}$ 麻类 (公斤/公顷)	1	0	0	0	0	0	0
$C_{18}$ 糖类 (水产品, 吨)	0	0.1591	0.2975	0.4443	0.6005	0.7882	1
$C_{21}$ 农业用地 (千公顷)	0	0.1681	0.1604	0.75	0.9616	0.9830	1
$C_{22}$ 造林面积 (公顷)	0.0032	0	1	0.5726	0.2381	0.2048	0.1734
$C_{23}$ 水土流失面积治理 (森林覆盖率)	0	0.3077	0.3365	0.4423	0.8269	0.5192	1
$C_{24}$ 农业自然灾害成灾率	0.2955	0	0.4476	1	0.3709	0.3735	0.6033
$C_{25}$ 节水灌溉面积 (千公顷)	0.1228	0.0351	0	0.0351	0.0877	0.7018	1
$C_{26}$ 绿色食品 (化肥使用量, 万吨)	0.8191	0.9393	1	0.3411	0.1512	0.0891	0
$C_{31}$ 能源生物生产 (公斤/公顷)	0	1	0.9403207	0.8928	0.5175	0.2765	0.1173
$C_{32}$ 沼气池建设 (个)	0.0974	0.2595	0.1077	1	0.3140	0.1394	0
$C_{41}$ 餐饮业收入 (万元)	0	0.147	0.2805	0.4781	0.6380	0.8032	1

续表

指标	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
C <sub>42</sub> 乡野旅游(万元)	0	0.1120	0.1749	0.3375	0.5212	0.6103	1
C <sub>51</sub> 农村文化开发影响	0	0	0.25	0.25	0.5	0.5	1
C <sub>52</sub> 农业文化资源开发(万元)	0	0.1120	0.1749	0.3375	0.5212	0.6103	1
C <sub>6</sub> 城市园林绿化(公顷)	0	0.0325	0.0612	0.4449	0.5755	1	1
C <sub>62</sub> 园林绿林面积(公顷)	0	0.2971	0.9968	0.6827	0.8877	0.9148	1
C <sub>63</sub> 都市休闲农业(万元)	0	0.1120	0.1749	0.3375	0.5212	0.6103	1

2. 确定最底层的最优指标集。

首先对“有机农业指标”维度进行处理,处理过程如下:

(1)“有机农业指标”维度的评价矩阵为:

$$D^1 = \begin{bmatrix} 0.8159 & 0 & 0.8118 & 0.5360 & 0.4252 & 0.7185 & 1 \\ 0 & 0.1215 & 0.2314 & 0.4417 & 0.6814 & 0.8427 & 1 \\ 0 & 0.0393 & 0.0238 & 0.7191 & 0.7069 & 0.7369 & 1 \\ 1 & 0.8178 & 0.6667 & 0 & 0.0845 & 0.1880 & 0.2673 \\ 0 & 0 & 0.2667 & 0.4667 & 0.6667 & 0.8667 & 1 \\ 0 & 0.3897 & 0.5429 & 0.1940 & 0.8476 & 0.9084 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0.1591 & 0.2975 & 0.4443 & 0.6005 & 0.7882 & 1 \end{bmatrix}$$

用作参考的最优指标即为  $D_{max}^1 = [1, 1, 1, 0.2673, 1, 1, 0, 1]^T$

(2)根据公式(4)计算关联系数,并取分辨系数  $\lambda = 0.5$ ,把  $D^1$  转化为评判矩阵  $F_1$ :

$$F^1 = \begin{bmatrix} 0.7309 & 0.3333 & 0.7266 & 0.5187 & 0.4652 & 0.6398 & 1 \\ 0.3333 & 0.3627 & 0.3941 & 0.4724 & 0.6108 & 0.7606 & 1 \\ 0.3333 & 0.3423 & 0.3387 & 0.6403 & 0.6304 & 0.6552 & 1 \\ 1 & 0.7329 & 0.6 & 0.3333 & 0.3532 & 0.3811 & 0.4056 \\ 0.3333 & 0.3333 & 0.4054 & 0.4839 & 0.6 & 0.7895 & 1 \\ 0.3333 & 0.4503 & 0.5224 & 0.3829 & 0.7664 & 0.8452 & 1 \\ 1 & 0.3333 & 0.3333 & 0.3333 & 0.3333 & 0.3333 & 0.3333 \\ 0.3333 & 0.3729 & 0.4158 & 0.4736 & 0.5559 & 0.7024 & 1 \end{bmatrix}$$

(3)根据表2的计算结果,“有机农业指标”维度下的各项指标的权重为:

$$W^1 = (0.2925, 0.1888, 0.1888, 0.1211, 0.0781, 0.0491, 0.0491, 0.0325)^T$$

(4)“有机农业指标”维度评价结果矩阵为:

$$R^1 = (W^1)^T F^1 = (0.5631, 0.3960, 0.5107, 0.4905, 0.5321, 0.6430, 0.8953)$$

(5)重复以上步骤,分别求出“生态农业”、“能源农业”、“旅游农业”以及“文化农业”以及“都市农业”指标的评价结果矩阵:

$$R^2 = (W^2)^T F^2 = (0.3688, 0.3892, 0.5120, 0.6504, 0.6599, 0.6384, 0.7977)$$

$$R^3 = (W^3)^T F^3 = (0.3410, 0.8010, 0.7153, 0.8823, 0.4798, 0.3949, 0.3522)$$

$$R^4 = (W^4)^T F^4 = (0.3333 \ 0.3664 \ 0.3991 \ 0.4696 \ 0.5570 \ 0.6657 \ 1.0000)$$

$$R^5 = (W^5)^T F^5 = (0.3333 \ 0.3557 \ 0.3811 \ 0.4251 \ 0.5090 \ 0.5516 \ 1.0000)$$

$$R^6 = (W^6)^T F^6 = (0.3333 \ 0.3623 \ 0.5190 \ 0.5052 \ 0.6095 \ 0.9156 \ 1.0000)$$

3. 构建一级指标评判矩阵  $B$  及其权重向量  $W$ 。

(1) 中间层评价矩阵为

$$R = [R^1, R^2, \dots, R^5]^T = \begin{bmatrix} 0.5631 & 0.3960 & 0.5107 & 0.4905 & 0.5321 & 0.6430 & 0.8953 \\ 0.3688 & 0.3892 & 0.5120 & 0.6504 & 0.6599 & 0.6384 & 0.7977 \\ 0.3410 & 0.8010 & 0.7153 & 0.8823 & 0.4798 & 0.3949 & 0.3522 \\ 0.3333 & 0.3664 & 0.3991 & 0.4696 & 0.5570 & 0.6657 & 1.0000 \\ 0.3333 & 0.3557 & 0.3811 & 0.4251 & 0.5090 & 0.5516 & 1.0000 \\ 0.3333 & 0.3623 & 0.5190 & 0.5052 & 0.6095 & 0.9156 & 1.0000 \end{bmatrix}$$

$$\text{最优指标集为 } R_{\max} = \begin{pmatrix} 0.8953 \\ 0.7977 \\ 0.8823 \\ 1.0000 \\ 1.0000 \\ 1.0000 \end{pmatrix}^T$$

(2) 计算可得判断矩阵为:

$$B = \begin{bmatrix} 0.5008 & 0.4003 & 0.4643 & 0.4516 & 0.4786 & 0.5691 & 1.0000 \\ 0.4373 & 0.4494 & 0.5385 & 0.6936 & 0.7076 & 0.6766 & 1.0000 \\ 0.3811 & 0.8040 & 0.6662 & 1.0000 & 0.4530 & 0.4061 & 0.3860 \\ 0.3333 & 0.3447 & 0.3568 & 0.3859 & 0.4294 & 0.4993 & 1.0000 \\ 0.3333 & 0.3410 & 0.3501 & 0.3670 & 0.4044 & 0.4264 & 1.0000 \\ 0.3333 & 0.3433 & 0.4093 & 0.4025 & 0.4605 & 0.7979 & 1.0000 \end{bmatrix}$$

(3) 一级指标的权重向量为:

$$W = (0.4408 \ 0.2198 \ 0.1451 \ 0.0938 \ 0.0402 \ 0.0603)^T$$

4. 对目标层指标即湘潭市现代多功能农业

作综合评价, 评价结果为:

$$M = W^T B = (0.4370 \ 0.4586 \ 0.4919 \ 0.5719 \ 0.5165 \ 0.5706 \ 0.9109)$$

5. 湘潭市现代多功能农业评价结果分析

本章根据灰色系统理论, 根据灰色关联度的计算原理构建了多层次灰色评价法的现代多功能农业评价模型, 并以湘潭市为研究对象, 针对湘潭市 2001—2007 年现代多功能农业的生产数据进行了综合性的评价。各年度的评价结果见图 1 所示。

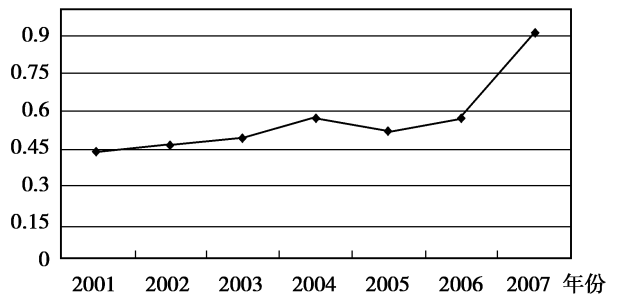


图 1 湘潭市 2001—2007 年现代多功能农业评价结果

总体而言, 湘潭市的现代多功能农业呈逐年增长的趋势, 在 2002 年洪涝灾害十分严重的时候, 仍

然保持了低速的增长;2004年天气状况堪称风调雨顺<sup>\*</sup>,比2003年有较为明显的增长,且超过了后面的2005年和2006年;而2007年湘潭市现代多功能农业呈现了快速发展,现代多功能农业的综合水平有了大幅提高和改善。根据评价结果,2006年至2007年的发展是所研究年限中速度最快的一年,现代多功能农业综合评价结果由0.5706提高至0.9109,可见近年来湘潭市大力发展现代多功能农业取得了显著的效果和成绩。

## 五、结语

在加快推进我国新农村建设的进程中,解决“三农”问题,多功能农业是农业现代化的重点,也是难点,必须重点突破、大力推进。通过对现代多功能农业的综合评价以及横向、纵向比较分析,找出我国在多功能农业发展的不足,以及阻滞现代多功能农业建设的关键因素,为各级政府部门及时、准确地实施政策调控提供操作依据。现代多功能农业发展因素十分广泛和复杂,从系统科学的角度去分析现代多功能农业发展水平是一个庞大的系统工程,利用灰色评价理论,该文所得结论与实际相符合,将灰色理论应用于现代多功能农业评价,旨在促进现代化农业科学发展,探寻制约现代农业发展的瓶颈因素,提高政府部门加快推进现代农业建设的步伐。因此,有效地应用灰色理论于现代多功能农业的评价研究过程中,就可以明确自己所在区域的现代农业发展情况,为国家制订现代农业发展提供有力支持。

## 参 考 文 献

1. 邓聚龙. 灰色系统理论教程. 华中理工大学出版社, 1990
2. 刘思峰, 郭天榜, 党耀国. 灰色系统理论及其应用. 科学出版社, 1999
3. 彭国甫. 地方政府公共事业管理绩效评价研究. 湖南人民出版社, 2004: 218

责任编辑 李玉勤

\* 2004年,湘潭市旱涝不明显,对农业生产而言可称得上风调雨顺。转引自2005年《湘潭年鉴》第35页