

科技农业示范区开发效益的综合评判方法

石金贵^①

(水利与土木工程学院)

摘要 科技农业示范区的综合评判是一个多目标和多因素组成的多层次复杂系统。根据规划系统工程学理论建立了示范区综合评判指标体系,并确定了各指标的合成权重。提出了科技农业示范区综合评判的数学模型,为农业发展战略研究和农业规划以及示范区综合评判开发决策提供了科学依据。

关键词 科技农业示范区; 指标体系; 层次分析法

中图分类号 F323.1

Method for Comprehensively Appraising Benefit Developed by Agricultural Scientific and Technological Demonstration Area

Shi Jingui

(College of Water Conservancy and Civil Engineering, CAU)

Abstract The index system of comprehensive appraisal is developed based on the theory of systems engineering. The weighted proportions of indexes are determined and the mathematical model is constructed.

Key words scientific and technological demonstration area; index system; laminated analysis method

建立科技农业示范区是一项推动我国农业发展,促进区域农业经济增长的新举措;但示范区的建设是一项复杂的系统工程,对它进行开发效益评判,仅用若干部门的个别指标很难获得准确满意的效果。笔者通过反复调研,反复试算,并征求多方意见,本着全面性、可操作性、综合性的原则,建立了科技农业示范区综合评判指标体系以及综合评判模型。

1 科技农业示范区指标体系

1.1 综合评判指标体系的建立

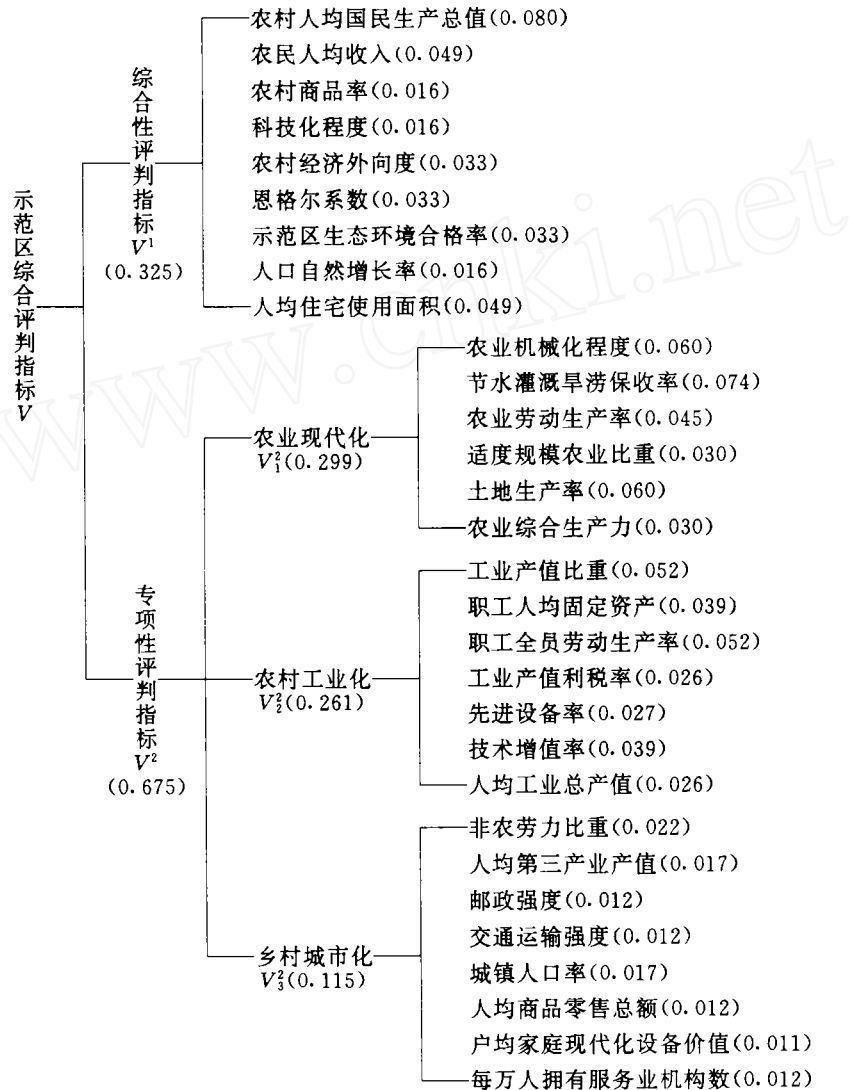
科技农业示范区的建立和开发是一项复杂的社会系统工程,它涉及我国当前的行政与经

收稿日期:1996-04-15

①石金贵,北京清华东路17号中国农业大学56信箱,100083

济管理体制和国家宏观经济政策,以及区域经济政策,涉及农村经济、环境、社会发展目标与战略,涉及国家、地区乡镇和农民之间的利益关系,因此对示范区的评判是一项复杂的、困难的工作。为了科学地、全面地评价示范区的开发效益,必须建立一套科学的综合评价体系。建立该指标体系时除从示范区的社会效益、经济效益、生态环境效益考虑外,还对示范区的一些专项指标即农村工业化、农业现代化、乡村城市化 3 个方面拟定了具体的评判指标,据此设计了科技农业示范区开发效益评判体系表(见表 1)。指标体系设 3 级评价指标,其中一级 2 个,二级 12 个,三级 21 个。

表 1 科技农业示范区开发效益综合评判指标体系



1.2 综合评判指标的标准化处理

指标体系中,由于各指标在内容、量纲以及取值优劣标准等方面均有所不同,无法按照多目标规划的基本思想进行综合评判,所以必须对各种指标进行标准化处理。不同指标的标准化方法如下。

1)对于比例指标,其标准化值即为其本身值。

2)“正效应”指标值的标准化公式为

$$F_{s_i}(x) = \frac{x_i - \min x_i}{\max x_i - \min x_i} \quad (1)$$

3)“负效应”指标值的标准化公式为

$$F_{s_i}(x) = \frac{\max x_i - x_i}{\max x_i - \min x_i} \quad (2)$$

式(1)和(2)中: x_i 为评价指标实测数值; $\max x_i$ 和 $\min x_i$ 分别为实测数值的最大值和最小值。

2 综合评判指标权重的确定

指标体系中各个指标的重要程度各不相同,因此综合评判时必须对各个指标进行加权处理,赋予较重要的指标以较大的权重,较次要的指标以较小的权重。综合评判中权重的确定是一项重要而又困难的工作。到目前为止,确定权重主要依靠专家的评定。如何处理专家意见以获得所要的指标权重是一个很困难的问题。笔者在AHP法的基础上进行改进,建立了在专家咨询基础之上的优化方法。

2.1 AHP法的判断矩阵及其标度

根据指标体系分层递阶结构,组成两两判断矩阵。设上层目标为 V ,分解后的下层子目标为 V_1, V_2, \dots, V_n 。对 V 而言,下层子目标的两两判断矩阵的一般形式为

$$\begin{array}{c|cccc} V & V_1 & V_2 & \cdots & V_n \\ \hline V_1 & v_{11} & v_{12} & \cdots & v_{1n} \\ V_2 & v_{21} & v_{22} & \cdots & v_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ V_n & v_{n1} & v_{n2} & \cdots & v_{nn} \end{array}$$

其中 v_{ij} 表示对 V 而言 V_i 对 V_j 的相对重要性,其值采用A. L. Saaty经过科学比较后而选出的“1—9”标度方法,见表2。

显然上述判断矩阵有如下性质:1) $v_{ij} > 0$; 2) $v_{ij} =$

$1/v_{ji}$; 3) $v_{ii} = 1$ 。

在评判过程中为了评判结果的准确性,一般取用多个专家的综合评判结果,即

$$v_{ij} = \sqrt[m]{\prod_{k=1}^m v_{ij}^{(k)}}$$

式中: m 为专家人数; $v_{ij}^{(k)}$ 为第 k 个专家对 V_i 和 V_j 相对重要性的判断。

2.2 隶属于 V 的各子目标的权重

1)首先计算两两判断矩阵每一行元素的几何平均数 \bar{W}_i ,有

$$\bar{W}_i = \sqrt[n]{\prod_{j=1}^n v_{ij}} \quad i=1, 2, \dots, n$$

2)对向量 $\bar{W} = (\bar{W}_1, \bar{W}_2, \dots, \bar{W}_n)^T$ 作正规化处理,即

表2 判断矩阵标度及其含义

v_{ij}	含 义
1	V_i 与 V_j 同样重要
3	V_i 比 V_j 稍微重要
5	V_i 比 V_j 明显重要
7	V_i 比 V_j 强烈重要
9	V_i 比 V_j 极端重要
2, 4, 6, 8	V_i 相对 V_j 的重要程度处于上述相应2个数之间

$$W_i = \frac{\bar{W}_i}{\sum_{j=1}^n \bar{W}_j} \quad i=1,2,\dots,n$$

则 $W=(W_1, W_2, \dots, W_n)^T$ 即为指标 V_1, V_2, \dots, V_n 在单一准则下的相对权重。

3) 进行一致性检验。

① 计算判断矩阵的最大特征根 λ_{\max} , 有

$$\lambda_{\max} = \sum_{i=1}^n \frac{(VW)_i}{nW_i}$$

式中 $(VW)_i$ 表示向量 VW 的第 i 个元素。

② 计算判断矩阵的一致性指标 C , 有

$$C = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}$$

其中 n 为判断矩阵阶数。

③ 根据判断矩阵阶数, 按表 3 查找出相应平均随机一致性指标值 R 。

表 3 平均随机一致性指标值

阶数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
R	0	0	0.52	0.89	1.12	1.26	1.36	1.41	1.46	1.49	1.52

④ 根据 C 和 R 的值, 计算判断矩阵的一致性比例系数 K , 计算式为

$$K = C/R$$

当 $K < 0.1$ (可放宽到 0.2) 时, 认为判断矩阵的一致性成立, 否则应重新构造两两判断矩阵。

4) 计算各层指标的合成权重。

为了得到递阶层次结构中每一层次所有分指标相对于总目标的合成权重, 在计算了子层次的各指标在单一准则支配下的权重数值以后, 需要进一步计算各子指标相对于总目标的合成权重值。设某一个层次 V 包含 n 个指标 V_1, V_2, \dots, V_n , 各指标相对于总目标的权重为 $W_w = (W_1, W_2, \dots, W_n)^T$, 下一层次 V^1 含 m 个因素 $V_1^1, V_2^1, \dots, V_m^1$, 它们对于因素 V_i 的单一指标权重为 $W_{v-v_i} = (W_{1j}, W_{2j}, \dots, W_{mj})^T$, 因此, V^1 层的各因素对总目标的合成权重为 $U = (U_1, U_2, \dots, U_m)^T$, 其中 $U_i = W_i W_{ij}, i=1, 2, \dots, m; j=1, 2, \dots, n$, 且有

$$\sum_{i=1}^m U_i = W_i$$

5) 计算科技农业示范区各指标合成权重。

根据上述确定权重的方法, 根据多处农业示范区规划以及多位专家的意见, 确定了各项指标的合成权重。现将 V^2-V^3 层的权重计算过程列于表 4, 其他各项指标权重值见表 1。

表 4 V^2-V^3 层权重计算表

V^2	V_1^2	V_2^2	V_3^2	M_i	\bar{W}_i	W_i	U_i	λ_{\max}	C	R	K
V_1^2	1	1	3	3	1.442	0.443	0.299				$0.017 < 0.1$
V_2^2	1	1	2	2	1.260	0.387	0.261	3.018	0.009	0.52	该矩阵一致性成立
V_3^2	1/3	1/2	1	0.167	0.550	0.170	0.115				

3 科技农业示范区综合评判模型

在科技农业示范区综合评判指标体系已建立,各评判指标实测值已标准化处理,各层评判指标对总目标的合成权重已确定后,就可以通过下述的综合评判模型计算出科技农业示范区开发效益的综合评判值,并据此进行综合评判。

3.1 线性加权和模型

$$F = \sum_{i=1}^m U_i F_{si}(x) \quad (3)$$

式中: F 为综合评价值; U_i 为第 i 个评价指标对总目标的相对权重; $F_{si}(x)$ 为第 i 个指标值的标准化值; m 为评价指标的个数。

该模型适用于 m 个评判指标之间相互没有影响,各自独立地为总目标作出贡献的情形。该模型简单,实用。

3.2 对数加权和模型

$$F = \prod_{i=1}^m F_{si}(x)^{U_i} \quad (4)$$

$$\text{或} \quad \lg F = \sum_{i=1}^m U_i \lg F_{si}(x) \quad (5)$$

式中符号意义同式(3)。

该模型适合于评判指标对于总目标的贡献相互具有不可替代性的情形。所谓贡献不可替代是指总目标取得好成绩依赖于所有指标共同取得好成绩,只要其中1个指标处于低水平,则整体成绩也降低。

4 实例

某科技农业示范区占地面积4725 hm²,包括18个自然村,总人口30633人,分别设有“三高”农业粮食区、农副产品加工区、养殖区、蔬菜区、管理中心区等功能区。经测试、调查和计算得到的各项评判指标的标准化值见表5,根据模型(3)~(5)即可从下向上逐层计算评判指标值。

1) V^1 下属的9个指标 A_1, A_2, \dots, A_9 独立地为 V^1 作贡献,有

$$F(V^1) = \sum_{i=1}^9 U_i F_{si}(A_i) = 0.148$$

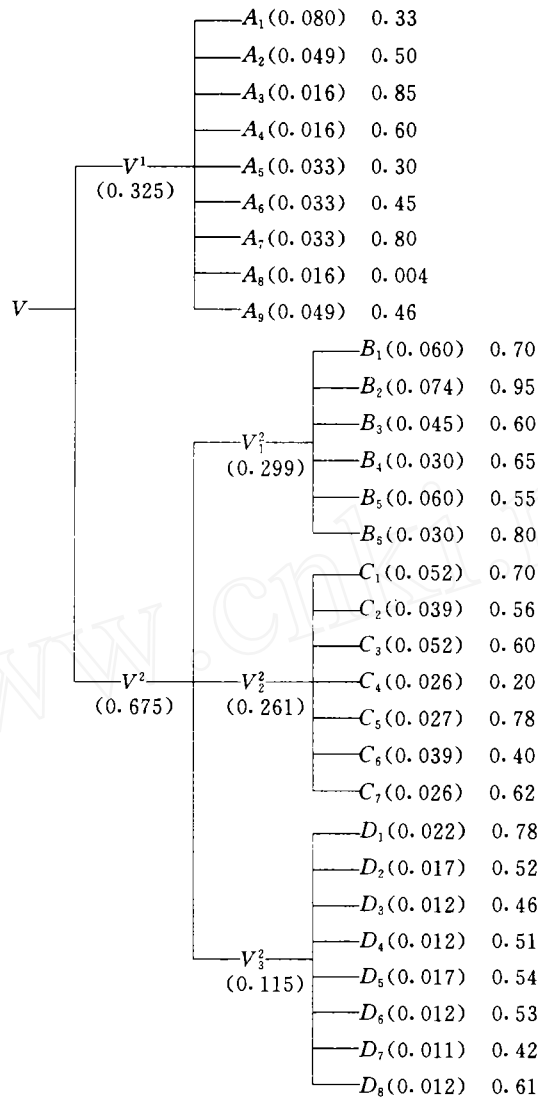
2) V_1^2, V_2^2, V_3^2 下属各指标 B_i, C_i, D_i 均符合线性加权和模型,有

$$F(V_1^2) = \sum_{i=1}^6 U_i F_{si}(B_i) = 0.216$$

$$F(V_2^2) = \sum_{i=1}^7 U_i F_{si}(C_i) = 0.147$$

$$F(V_3^2) = \sum_{i=1}^8 U_i F_{si}(D_i) = 0.065$$

表 5 某科技农业示范区评判指标值



3) V^2 下属的 3 个指标 V_1^2, V_2^2, V_3^2 具有不可替代性,

$$F(V^2) = \prod_{i=1}^3 F(V_i^2)^{U_i} = 0.280$$

4) 总目标 V 的下属指标 V^1 和 V^2 具有不可替代性, 则示范区综合评判值

$$F(V) = \prod_{i=1}^2 F(V^i)^{U_i} = 0.148^{0.325} \times 0.280^{0.675} = 24\%$$

5 结 论

1) 科技农业示范区的综合评判, 是一项复杂的多目标系统工程, 建立完整、准确、全面的指标体系是评判的基础。文中建立了一个涉及经济、社会、环境等多方面的由 30 个群体指标组成

的指标体系,对已建示范区的具体计算结果表明,利用该指标体系进行评判是可行的。

2)应用 AHP 法计算各指标的相对权重,方法简单,可靠。

3)根据指标体系中各指标的相互关系,建立了 2 个评判模型,可根据具体情况选择其一或综合考虑,正确地计算出总评判值,据此评判示范区的开发效益。

参 考 文 献

- 1 陈秉钊编.城市规划系统工程学.上海:同济大学出版社,1991.191~196
- 2 崔功豪编.中国城镇发展研究.北京:中国建筑工业出版社,1992.81~82
- 3 陈 廷编.决策分析.北京:北京科技出版社,1987.101
- 4 李永富,李葆文,李安华,等编著.地区综合发展规划方法及应用.北京:电子工业出版社,1990.83~90
- 5 史海珊,何似龙,陈金水,等.水电工程建设系统综合评判方法.北京:水利电力出版社,1994.55~57

欢迎订阅《农业工程学报》

《农业工程学报》是由中国农业工程学会主办的国家级学术期刊。它为建设现代农业服务,主要刊登农业生产体系建设系统工程与管理工程、水土工程、农业机械工程与机械化生产体系、设施农业与工厂化农业建设工程、生物环境控制工程、农村能源工程、农产品加工与贮藏保鲜工程以及高新技术农业应用等方面的研究报告、学术论文和综述评等。

学报作为学会的学术园地,还设有研究简报、学科动向、学术动态、学会记事、新书评价、论坛、基础技术理论讲座、高校与科研单位简介等众多丰富栏目,向会员及相关学科广大读者全面介绍农业工程最新科研成果与学科发展信息,提供国内外农业工程学术活动动态。

《农业工程学报》为季刊,16开本,224页码,全部70克胶版纸本,彩色封面覆膜。1997年每期定价18元,全年4期共72元。

国内统一刊号 CN 11-2047/S, 邮发代号 18-57。