

TOPSIS 法在农业综合生产力评价中的应用*

门宝辉, 梁 川

(四川大学 水电学院, 四川 成都 610065)

[摘 要] 农业综合生产力是一个多层次多指标的评价过程。文章将多目标决策的 TOPSIS 法用于农业生产能力的综合评价中, 根据各评价指标特征值之间的变异程度, 利用变异系数确定其权重并建立了评价模型。并将该方法应用于南京地区 5 县 4 区的农业综合生产力评价中, 结果得出江宁县的农业生产力水平最高, 江浦县的农业生产力水平最低, 这一评价结果与投影寻踪模型及多层次关联评价方法所得结果相同。

[关键词] TOPSIS 法; 农业生产力; 投影寻踪; 多层次灰色关联方法

[中图分类号] S11⁺ 7

[文献标识码] A

[文章编号] 1671-9387(2003)03-0159-03

农业综合生产能力是农业生产诸要素综合投入并与其相适应的生产关系构成的产出能力, 包括农业基础设施装备、科技投入水平、社会经济效益和气候资源潜力等方面的指标^[1,2]。影响农业综合生产力的因素很多, 如劳动生产率、土地生产率、农村社会总产值、农业机械总动力、耕地含农村用电量、有效灌溉率等, 各因素之间相互作用、影响和制约, 以不同的特征和相互组合对农业生产力产生综合影响, 若以单个因素对农业综合生产力进行评价, 其评价结果常常具有矛盾性、不确定性和不相容性, 可见农业生产力评价是一个多层次多指标的评价过程。本研究利用基于变异系数权重的 TOPSIS (Technique for order preference by similarity to ideal solution) 法将这些指标综合成单一指标, 为生产决策者进行最后的科学决策提供依据, 并用实例加以说明。

1 评价模型的建立^[3,4]

设有 n 个待评价的监测点, 每个监测点有 m 个评价指标, 则有评价指标数据矩阵 A :

$$A = \begin{bmatrix} X_{11} & X_{12} & \dots & X_{1m} \\ X_{21} & X_{22} & \dots & X_{2m} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ X_{n1} & X_{n2} & \dots & X_{nm} \end{bmatrix} \quad \begin{cases} i = 1, 2, \dots, n \\ j = 1, 2, \dots, m \end{cases} \quad (1)$$

由 A 可以构成规范化的矩阵 Z , 其元素为 Z_{ij} 。

$$Z_{ij} = (X_{ij} - X_{j\min}) / (X_{j\max} - X_{j\min}) \quad (i = 1, 2, \dots, n) \quad (2)$$

构造规范化的加权矩阵 Z , 其元素为 Z_{ij} 。

$$Z_{ij} = W_j Z'_{ij} \quad (i = 1, 2, \dots, n, j = 1, 2, \dots, m) \quad (3)$$

下面利用变异系数法来求各个评价指标的权重 W_j 。

计算第 j 个评价指标的变异系数:

$$\delta_j = D / \bar{X}_j \quad (4)$$

计算第 j 个评价指标的权重

$$W_j = \delta_j / \sum_{j=1}^m \delta_j \quad (5)$$

式中, δ_j 为第 j 个评价指标的变异系数; D 为第 j 个评价指标特征值的均方差。

$$D = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_{ij} - \bar{X}_j)^2} \quad (6)$$

式中, $\bar{X}_j$ 为第 j 个评价指标特征值的均值, $\bar{X}_j = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_{ij}$ 。

确定理想解和负理想解。设 J 代表越大越优型目标集, J 代表越小越优型目标集, 则

$$Z^+ = \{(\max_i Z_{ij} | j \in J), (\min_i Z_{ij} | j \notin J) | i = 1, 2, \dots, n\} = \{Z_1^+, Z_2^+, \dots, Z_m^+\} \quad (7)$$

$$Z^- = \{(\max_i Z_{ij} | j \in J), (\min_i Z_{ij} | j \notin J) | i = 1, 2, \dots, n\} = \{Z_1^-, Z_2^-, \dots, Z_m^-\} \quad (8)$$

计算每个监测点到理想解的距离 S_i^+ 和到负理想解的距离 S_i^- 。

$$S_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^m (Z_{ij} - Z_j^+)^2} \quad (i = 1, 2, \dots, n) \quad (9)$$

* [收稿日期] 2002-04-18

[基金项目] 四川省学术和技术带头人培养基金资助项目 (2200118)

[作者简介] 门宝辉(1973-), 男, 黑龙江绥化人, 在读博士, 主要从事农业节水灌溉及水文水资源水环境开发利用、保护与评价等研究。

$$S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^m (Z_{ij} - Z_j^-)^2} \quad (i = 1, 2, \dots, n) \quad (10)$$

计算每个监测点接近于理想解的相对贴近度 C_i^* 。
$$C_i^* = S_i^- / (S_i^+ + S_i^-), 0 \leq C_i^* \leq 1 (i = 1, 2, \dots, n) \quad (11)$$

若监测点与理想解重合, 则相应的 $C_i^* = 1$; 若监测点与负理想解重合, 则相应的 $C_i^* = 0$ 。

2 实例分析

评价指标选择 12 个, 分别为社会经济效益指标: 劳动生产率 I_1 , 土地生产率 I_2 , 农村社会总产值

I_3 ; 基础实施装备指标: 农业机械总动力 I_4 , 耕地含农村用电量 I_5 , 有效灌溉率 I_6 , 化肥用量 I_7 ; 科技投入指标: 净产值率 I_8 , 复种指数 I_9 , 每劳力负担耕地能力 I_{10} ; 气候因素指标: 夏半年水稻气候生产潜力 I_{11} , 冬半年小麦气候生产潜力 I_{12} 。

南京地区 5 县 4 区上述 12 个指标的具体数值见表 1^[2]。

根据上面介绍的方法可得各评价指标的权重及 Z^+ 、 Z^- 值, 见表 2。

由式 (11) 得到的各监测点的综合评价值及评价结果见表 3。

表 1 农业生产力评价指标样本集

Table 1 Samples of evaluation indexes about agricultural productive capacity

样本 Sample	序号 Order	I_1	I_2	I_3	I_4	I_5	I_6	I_7	I_8	I_9	I_{10}	I_{11}	I_{12}
六合县 L iuhe county	1	0	0.38	0.67	0.40	0	0.20	0.80	0.45	0.60	0.73	1.00	0.24
江浦县 Jiangpu county	2	0.1	0	1.00	0	0.05	0	0	0.40	0	0	0	0
江宁县 Jiangning county	3	0.2	1.00	0.92	0.12	1.00	1.00	0.45	1.00	1.00	1.00	0.80	1.00
溧水县 L ishui county	4	0.3	0.17	0.42	0.03	0.37	0.29	0.30	0.26	0.06	0.33	0.93	0.45
高淳县 Gaochun county	5	1.0	0.48	0	1.00	0.42	0.11	1.00	0	0.66	0.12	0.78	0.33
浦口区 Pukou distract	6	0	0.40	1.00	1.00	0.76	0	1.00	0.47	0	0.12	0	0
大厂区 Dachang distract	7	0	1.00	0	0.18	1.00	0	0	0	0.05	0	0.79	0.43
栖霞区 Xixia distract	8	1.0	0.40	0.33	0.83	0	0.31	0.71	0.02	0.06	0.92	0.58	0.33
雨花区 Yuhua distract	9	1.0	0	0.03	0	0.33	1.00	0.67	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

表 2 各评价指标的权重

Table 2 The weight of evaluation indexes

评价指标 Evaluated indexes	I_1	I_2	I_3	I_4	I_5	I_6	I_7	I_8	I_9	I_{10}	I_{11}	I_{12}
W_j	0.1013	0.0764	0.0774	0.0959	0.0807	0.1093	0.0618	0.0855	0.0998	0.0822	0.0528	0.0768
Z^+	0	0.0764	0.0774	0.0959	0.0807	0.1093	0.0618	0.0855	0.0998	0.0822	0.0528	0.0768
Z^-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

表 3 各监测点的综合评价结果

Table 3 The evaluated result of monitored point

评价地区 Evaluation district	S_i^+	S_i^-	C_i^*	TOPSIS 评价结果 TOPSIS evaluated result	文献[1]评价结果 Evaluated result of document [1]
六合县 L iuhe county	0.1962	0.1404	0.4172		
江浦县 Jiangpu county	0.2702	0.0853	0.2399		
江宁县 Jiangning county	0.1225	0.2498	0.6711		
溧水县 L ishui county	0.2187	0.0963	0.3057		
高淳县 Gaochun county	0.1889	0.1808	0.4890		
浦口区 Pukou distract	0.2250	0.1594	0.4147		
大厂区 Dachang distract	0.2516	0.1245	0.3311		
栖霞区 Xixia distract	0.1913	0.1691	0.4693		
雨花区 Yuhua distract	0.1549	0.2395	0.6072		

3 结 语

根据评价结果(表3)可知,基于变异系数权重的 TOPSIS 法的评价结果与文献[1]中投影寻踪法的评价结果基本相同。从评价结果得,南京地区5县4区农业综合生产力水平由高到低依次为:江宁县>雨花区>高淳县>栖霞区>六合县>浦口区>大

厂区>溧水县>江浦县。可见江宁县的农业生产力水平最高,江浦县的农业生产力水平最低。对南京地区5县4区分别进行评价,评价结果和文献[2]中的评价结果是一样的。由此看出,该方法用于评价该领域是行之有效的,而且还可以用于城市环境质量评价、区域水资源承载力评价等领域。

[参考文献]

- [1] 金菊良,魏一鸣,付强,等. 农业生产力综合评价的投影寻踪模型[J]. 农业系统科学与综合研究, 2001, 17(4): 241- 243
- [2] 景元书,李湘洛,张育萍. 南京地区农业综合生产能力评价[J]. 农业系统科学与综合研究, 1997, 13(3): 161- 164
- [3] 李春晖,李爱贞. TOPSIS 法在环境质量综合评价中的应用[J]. 地质灾害与环境保护, 1999, 10(2): 9- 13
- [4] 张磊,王云. 逼近于理想解的排序方法在环境质量评价中的应用[J]. 上海环境科学, 1992, 11(10): 33- 35

Application of TOPSIS method for evaluating agricultural productive capacity

MEN Bao-hui, LIANG Chuan

(College of Hydraulic Eng., Sichuan University, Chengdu, Sichuan 610065, China)

Abstract: The evaluation of agricultural productive capacity is a multi-level and multi-index problem. The TOPSIS method is applied to evaluate the agricultural productive capacity. According to variation degree among the characteristic values of evaluation indexes, coefficient of variation is used to determine the weight. This kind of method is applied to evaluate agricultural productive capacity in Nanjing area; as a result, the agricultural productive capacity of Jiangning county is the highest in Nanjing area, and Jiangpu county is the lowest in this area. Meanwhile, the result is similar to that of projection pursuit model and gray multi-hierarchical evaluation method.

Key words: TOPSIS method; agricultural productive capacity; projection pursuit model; gray multi-hierarchical evaluation method