

粮食产后系统评判方法的探讨*

何泳生 何 勇

(浙江农业大学)

提 要 本文根据我国南方粮食产后系统的现状和特点,建立了产后系统多层次、多目标评判模型,并提出以产后处理损失、处理成本投入、系统处理效率和粮食品质变化等四个参数为系统评判的指标体系,对浙江省现行三种系统模式进行了综合评判,较全面地分析比较了各模式的性能,明确了适用条件和薄弱环节,为合理选用和改进完善粮食产后系统提供了依据。

关键词 粮食产后系统 系统模式 关联度 综合评判

一 引 言

在粮食生产的全过程中,产前、产中和产后是密不可分整体,可是人们历来比较注重产前、产中的问题,而潜力很大的“产后系统”却长期被人忽视。粮食产后系统是指从收获开始,至进入消费的整个过程。它包括收割、脱粒、清粮、干燥、贮藏、运输、加工等一系列生产活动,是一个受制于各种社会、经济、自然、科技因素的多层次、多目标的复杂系统。因此任何政策的改变,科技的发展、投入的增减,都将引起粮食比价、市场机制、产业结构、经营规模、劳力流向和产后技术的复杂变化,以致影响系统的性能和水平。

研究产后系统,目的是要逐步完善和提高系统的功能,以促进粮食生产的发展。为此,必须对现行系统有一个客观、全面的评价。然而,在涉及社会学、经济学、工程学和生物学等多种学科的复杂关系中,系统诸目标间有的相辅相成,有的则彼此矛盾,同时各参数所处的层次和量纲也不尽相同,无法用简单的方法进行比较分析,只有通过多层次、多目标综合评判,才能得出比较科学的结论。

二 系统评判方法

粮食产后系统综合评判的具体步骤如下:

(一)建立多层次综合评判模型

图1是以两个层次为例表示多层次、多目标评判模型的框图。图中:

P 为一级评判时各指标的权重分配矩阵;

E 为一级评判时各指标的评判矩阵;

$p_1, p_2, \dots, p_k, \dots, p_m$ 为二级评判时,各指标的分指标权重分配矩阵;

* 本文系《粮食产后系统分析》项目的部分研究内容,项目曾得到加拿大渥太华国际开发研究中心(IDRC)的资助。

$E_1, E_2, \dots, E_k, \dots, E_m$ 为二级评判时, 各指标的分指标评判矩阵;

R 为系统综合评判 (第一级评判) 结果;

$R_1, R_2, \dots, R_k, \dots, R_m$ 为各指标综合评判 (第二级评判) 结果。

现以第一级综合评判为例, 其数学模型可表示为:

$$R = P \cdot E \quad (1)$$

式中:

$R = [r_1, r_2, \dots, r_i, \dots, r_n]$, 为 n 个系统模式的评判结果矩阵, 其中 r_i 表示第 i 个系统模式的评判结果;

$P = [p_1, p_2, \dots, p_k, \dots, p_m]$, 为 m 个评判指标的权重分配矩阵, 其中 p_k 表示第 k 个指标分配的权重, 应满足 $\sum_{k=1}^m p_k = 1$ 。若各指标采用等权重分配, 则 $p_k = \frac{1}{m}$;

E 为各指标的评判矩阵,

$$E = \begin{bmatrix} \xi_I(1) & \xi_{II}(1) & \dots & \xi_i(1) & \dots & \xi_n(1) \\ \xi_I(2) & \xi_{II}(2) & \dots & \xi_i(2) & \dots & \xi_n(2) \\ \vdots & \vdots & & \vdots & & \vdots \\ \xi_I(k) & \xi_{II}(k) & \dots & \xi_i(k) & \dots & \xi_n(k) \\ \vdots & \vdots & & \vdots & & \vdots \\ \xi_I(m) & \xi_{II}(m) & \dots & \xi_i(m) & \dots & \xi_n(m) \end{bmatrix}$$

式中 $\xi_i(k)$ 为第 i 种系统模式第 k 个指标值 f_k^i 经规范化处理后的 C_k^i 与 C_k^* 间的关联系数。

(二) 确定理想指标值 F^*

$$\text{设 } F^* = [f_1^*, f_2^*, \dots, f_k^*, \dots, f_m^*] \quad (2)$$

式中:

f_k^* 为各系统模式中第 k 个指标的最好值, ($k=1, 2, \dots, m$)。

构造矩阵:

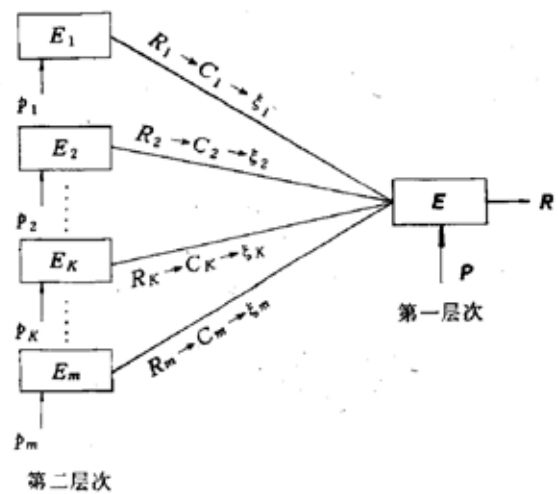


图 1 多层次、多目标评判模型

$$D = \begin{bmatrix} f_1^* & f_2^* & \cdots & f_k^* & \cdots & f_m^* \\ f_1^I & f_2^I & \cdots & f_k^I & \cdots & f_m^I \\ \vdots & \vdots & & \vdots & & \vdots \\ f_1^i & f_2^i & \cdots & f_k^i & \cdots & f_m^i \\ \vdots & \vdots & & \vdots & & \vdots \\ f_1^n & f_2^n & \cdots & f_k^n & \cdots & f_m^n \end{bmatrix} \quad (3)$$

式中: f_k^i 为第 i 种系统模式中的第 k 个指标的原始数值 ($i = I, II, \dots, n$)。

(三) 指标值的规范化处理

因系统中各指标有不同的量纲和数量级, 无法进行直接比较, 所以必须将各指标的原始数值通过变换, 使之统一为可比量。设 $[f_{k_1}, f_{k_2}]$, 为第 k 个指标值的变化区间 (即 f_{k_1} 为该指标在所有模式中的最小值, f_{k_2} 为该指标在所有模式中的最大值), 则可用下式将式 (3) 中的原值变换成无量纲值 $C_k^i \in [0, 1]$ 。

$$C_k^i = \frac{f_k^i - f_{k_1}}{f_{k_2} - f_{k_1}} \quad (4)$$

(四) 计算评判结果

设 $[C^*] = [C_1^*, C_2^*, \dots, C_k^*, \dots, C_m^*]$ 为一组经规范化处理后的最好指标值, 以此为参考数列, 将经规范化处理后各系统模式的指标值 $[C^i] = [C_1^i, C_2^i, \dots, C_k^i, \dots, C_m^i]$ 作为被比较数列, 则可用下式求得 E 矩阵中的分量 $\xi_i(k)$ ^(1~3):

$$\xi_i(k) = \frac{\min_i \min_k |C_k^i - C_k^*| + \rho \max_i \max_k |C_k^* - C_k^i|}{|C_k^* - C_k^i| + \rho \max_i \max_k |C_k^* - C_k^i|} \quad (5)$$

式中 $\rho \in (0, 1)$, 一般取 $\rho = 0.5$ 。进而求出关联度

$$r_i = \sum_{k=1}^m p_k \xi_i(k) \quad (6)$$

即 $R = P \cdot E$

若 (C^i) 与 (C^*) 的关联度最大, 则表明 (C^i) 与最好指标值 (C^*) 最接近, 亦即第 i 个模式优于其它所有模式。

第二级综合评判的方法与第一级评判一样, 也要将各分指标的原始数值通过规范化处理, 变成统一的可比量, 以求得评判矩阵 E_k , 进而求出评判结果 R_k 。第三级、第四级…综合评判同样依次类推, 但在多层次、多指标系统评判中, 第一级是最高层次的评判, 它必须在较低层次逐级评判的基础上最后进行。

三 粮食产后系统的评判指标体系

据调查, 我国南方地区农村, 由于土地经营规模狭小, 产后技术设施落后, 基本上还是一种“收割靠镰、干燥靠天、贮藏靠堆、搬运靠肩”的家庭传统方式。但是, 不同的地区社会、经济和资源条件不同, 因而产后各环节的处理方法, 以及由此形成的系统模式也有很大的差别。以浙江省为例, 据金华、嘉兴和宁波三类地区的调查, 粮食产后系统大致有三种比较典型的模式 (表 1)。在人均耕地很少、乡镇工业落后、收入水平不高、集体经济薄弱的农村, 粮食产后处理过程主要依靠人力和自然条件, 形成一种生产水平较低的系统模式 (表 1 中的 I)。而在一些经济比较发达的沿海地区, 部分农村有 80% 以上的农业劳力转移到了乡镇第二、第三产业, 土地开始相对集中, 逐步形成规模经营, 农户对产后技术和设施产生了较强的需求意识。同时, 集体经济的发展, 也为购置高效的机械设备, 开展社会化服务创造了条件。因此, 这类地区的农村, 产后系统模式的机械化程度较高 (表 1 中 III)。

表 1 浙江省现行粮食产后系统的基本模式

处理 环节 系统 模式	收 割	脱 粒	清 粮	干 燥*	贮 藏	运 输	加 工
I	镰刀	人力	手摇风车	日晒	柜装	肩挑	碾米机
II	镰刀	机动	风扇竹床	日晒	席围	车推	碾米机
III	联合收割机		振筛机	日晒	散堆	机船	碾米机

* I—席垫上晒, II、III—水泥地上晒。

目前, 现行的几种模式, 从总体上讲系统功能较差。首先, 表现在产后处理过程中的粮食数量损失较大, 据实际测定平均损失率达到 15% 左右。其次, 产后处理成本较高, 约占粮食生产全过程投入的 30%。第三, 一些经济较发达地区, 劳力紧张, 处理效率低的矛盾比较突出。随着商品意识的增长、人民生活水平的提高, 粮食品质问题也越来越引起人们的关注。鉴于上述情况, 为了比较全面、科学地反映系统的性能和水平, 确定以系统的投入成本、处理效率、数量损失和品质变化等四个参数组成综合评判的指标体系。

(一)投入成本

主要包括人工费、油电费、机具折旧费和维修费等, 其中以劳力投入为主。根据抽样调查, 不同模式各处理环节和系统的单位成本如表 2 所示。由表 2 可见, 收割、脱粒、清粮机械化程度较高的模式 III, 虽然购置机具一次性投入较高, 但在使用中单位成本比模式 I、II

要小得多。尤其对劳动工日值较高、土地经营规模较大的地区这种效果更为明显。

表2 不同产后系统模式的处理成本投入*(1989年)

系统 模式	成本 投入	环节单位成本(元/亩)						系统单位成本 (元/亩)	
		收割	脱粒	清粮	干燥	贮藏	运输		加工**
I		9.81	5.66	2.52	6.73	1.43	4.24	4.45	34.84
II		9.81	6.42	2.08	3.89	0.78	2.98	4.45	34.41
III		5.75	5.75	2.00	5.39	0.45	1.56	4.45	25.35

* 系指一季作物单位面积粮食产后处理的平均成本投入。

** 加工系采用相同机具,各地区人工费差异不大,未计入。

(二)处理效率

由于各产后环节的处理方法不同,因而不同系统模式的效率也有显著的差异(表3)。据实际测定模式III的系统效率明显高于模式I,关键是后者在收割脱粒、运输等环节中仅依靠人力,效率太低所致。

表3 不同系统模式的处理效率

系统 模式	处理 效率	各产后环节的处理效率(小时/亩)						系统效率 (亩/小时)	
		收割	脱粒	清粮	干燥	运输	加工		合计
I		11.1	8.3	2.5	6.7	3.3	1.6	33.5	0.03
II		11.1	4	3.3	4.3	1.7	1.6	26.0	0.038
III		0.75	-	2.2	4.3	0.4	1.6	9.25	0.108

(三)数量损失

包括由于操作水平、机具性能原因造成的处理损失和鼠、虫、霉等生物因素引起的重要损失等⁽⁴⁾。据实际测定,不同模式的产后损失有明显的差异。其中模式III因采用敞开着地散堆的贮藏方式,鼠啮、虫害、霉变严重。所以,比采用柜式贮藏的模式I损失大得多。表4即为实际测定的数据经加权处理后的损失率。

表4 不同系统模式的产后处理损失率 (1988~1989)

系统 模式	数量 损失	收 割	脱 粒	清 粮	干 燥	贮 藏	运 输	加 工	累 计
		I	0.35	0.66	1.02	2.58	2.89	1.00	2.81
II	0.50	1.70	2.72	1.02	4.67	1.02	2.81	14.44	
III	1.64	1.49	1.25	1.70	8.14	0.96	2.81	18.00	

注:春粮、早稻、晚稻的权数比按单产和实际种植面积的多寡确定为0.1:0.4:0.5

(四)品质变化

在产后处理和贮藏过程中,由于机械和生物因子等作用,粮食品质变坏,将给人畜健康和粮食的再生产活动,带来不可低估的影响。据测试结果(表5)表明,收割、脱粒效率较高的模式III,因容易做到适时收割、及时处理,故作物成熟度较高,青谷率、出米率、垩白率均较优于其它模式。但其贮藏条件最差,因而变色米率、发芽率和酸值则都劣于其它模

式。可见，用简单的比较方法很难对不同模式产后处理的品质变化作出综合评判。

表5 不同模式对谷物品质的影响 (1987~1989)

系统 模式 \ 品质 指标	1 青谷率 (%)	2 伤谷率 (%)	3 纯度 (%)	4 发芽率 (%)	5 变色米率 (%)	6 出米率 (%)	7 整米率 (%)	8 垩白率 (%)	9 酸 值
I	11.21	0.07	99	94.52	4.24	70.1	56.6	8.5	44.80
II	16.63	0.68	100	84.89	5.82	75.7	52.9	15.1	54.22
III	10.41	0.25	99.7	76.11	8.42	76.2	70.2	4.0	55.26

注：1~3项指标为贮藏前早稻和晚稻的均值；4~5项指标为净仓时早、晚稻均值；6~9项指标为贮藏半年后晚稻值；酸值单位为KOHmg/100g干样。

四 评判结果与分析

从评判指标体系可见，对浙江省粮食产后系统的三种模式进行评判时可以分成：

第一层次：包括成本、效率、损失和品质四个指标（目标）；

第二层次：包括品质指标中的九项分指标。首先应进行第二级综合评判，以求得各系统模式的综合品质指标，然后再进行第一级四项指标的综合评判。

（一）粮食品质的综合评判（二级评判）

由于在产后系统性能中品质指标相对于成本、效率、损失的权重很小，且九项分指标之间又难以确切衡量彼此的重要程度。因此，为了简化计算将它们按等权分配。即

$$P_4 = (0.11, 0.11, 0.11, 0.11, 0.11, 0.11, 0.11, 0.11, 0.11)。$$

由公式(4)和(5)可求得：

$$E_4 = \begin{bmatrix} 0.39 & 0.33 & 1 \\ 1 & 0.33 & 0.63 \\ 0.33 & 1 & 0.63 \\ 1 & 0.49 & 0.33 \\ 1 & 0.57 & 0.33 \\ 0.33 & 0.86 & 1 \\ 0.39 & 0.33 & 1 \\ 0.55 & 0.33 & 1 \\ 1 & 0.36 & 0.33 \end{bmatrix}$$

则各种模式粮食品质的综合评判结果

$$R_4 = P_4 \times E_4 = [r_{4I}, r_{4II}, r_{4III}] = [0.71, 0.51, 0.69]$$

可见,粮食品质以模式 I 较优。因为,采用模式 I 的农村,虽然生产效率不高,但因地少人多,总体上劳力并不紧张,基本上可以做到适时收获,所以割青现象较少。另一方面,采用柜式贮藏较好地保护了粮食的品质,使虫鼠、霉变的影响大大减小。

(二)产后系统的综合评判(一级评判)

表 6 所示为不同系统模式综合评判的指标值。

表 6 不同系统模式综合评判指标值

系统 模式 \ 评判 指标	投入成本 (元/亩)	处理效率 (亩/小时)	系统损失 (%)	粮食品质 (关联度 R_4)
I	34.84	0.030	11.36*	0.71
II	30.41	0.038	14.44	0.51
III	25.35	0.108*	18.00	0.69
权重分配	0.3	0.1	0.5	0.1

注:带*为该项指标的最好值。

根据我国粮食生产现状和有关专家评议,经层次分析(AHP)后认为:目前,产后系统中损失和成本的矛盾比较突出,因而得出表 6 所示的四项指标权重分配矩阵

$$P = [0.3, 0.1, 0.5, 0.1]$$

同样按式(4)和(5)可求得各指标的评判矩阵

$$E = \begin{bmatrix} 0.33 & 0.49 & 1 \\ 0.33 & 0.36 & 1 \\ 1 & 0.52 & 0.33 \\ 1 & 0.33 & 0.83 \end{bmatrix}$$

则系统综合评判结果

$$R = P \times E = [r_I, r_{II}, r_{III}] = [0.732, 0.476, 0.648]$$

从求得的关联度可知,模式 I 因为具有损失小、品质好的优点,所以其综合评判结果较好(关联度最大)。但是,在现行三种模式中,它是生产方式比较落后的一种。只有在人多地少、第二、三产业发展缓慢,劳力没有稳定出路、集体经济薄弱的农村,才会采用这种模式。如果我们将生产水平较高的模式 III 的薄弱环节(贮藏)加以改进,其综合评判结果就会改变。如果系统的发展使权重分配发生变化,模式 I 的缺点就会明显暴露出来,评判结果也将发生相应的改变。

(三)模式 III 改进后的评判结果

如果将模式 III 的散堆贮藏方式改为模式 I 的柜式贮藏,则品质评判结果将发生变化。

$$R'_4 = [r'_{4I}, r'_{4II}, r'_{4III}] = [0.71, 0.51, 0.73]$$

即改进后的模式Ⅲ综合品质指标相对较好。随之，系统模式综合评判结果为

$$R' = [r'_I, r'_{II}, r'_{III}] = [0.72, 0.39, 0.77]$$

也是模式Ⅲ的综合评判结果较好。

(四)评判结果的灵敏度分析

随着农村经济的发展，如果成本、效率、损失和品质四项指标的权重分配发生变化，则系统模式的综合评判结果也必将引起相应的改变。从表7所列四组权重分配方案得到的评判结果可见，只有在方案1的情况下，模式I有较好的评判结果，而在其它三种情况下，均以模式Ⅲ的综合效果最好，这对系统目标重点转移后的模式改进具有现实的指导意义。

表7 不同权重分配时的评判结果

方 案	权重分配矩阵 P				系统综合评判结果 R			最佳模式
1	0.3	0.1	0.5	0.1	0.732	0.476	0.648	I
2	0.5	0.1	0.1	0.3	0.598	0.432	0.882	Ⅲ
3	0.1	0.5	0.3	0.1	0.598	0.418	0.782	Ⅲ
4	0.3	0.1	0.1	0.5	0.732	0.400	0.848	Ⅲ

五 结 论

1.目前，粮食产后系统是一个分散的、区域性较强的动态系统。系统的模式和性能，不但取决于当时、当地的社会经济条件，而且与系统的层次、指标的组成有密切关系。

2.本文建立的多层次、多目标评判模型，以产后损失、成本投入、处理效率和粮食品质为指标体系，对浙江省现行的三种系统模式进行综合评判，结果基本上是符合实际的，方法也是可行的。

3.评判结果表明，模式I虽然相对综合结果较好，但这是低生产水平的满足，只有在商品经济意识比较淡薄，基本上不计劳动效率也不注重粮食品质的情况下比较适宜。而对经济比较发达的地区，则选用模式Ⅲ比较合理。

4.现行的产后系统中，每种模式都有各自的薄弱环节，需要不断改进和完善。若能对原有模式中的某些处理方法进行技术替代（如模式Ⅲ中的贮藏环节），即可使系统性能得到进一步提高。

5.粮食生产的发展，对产后系统的各指标会提出不同的要求，致使指标的权重分配发生改变，评判结果也随之改变，因而需要采用新的模式与之相适应。文中的灵敏度分析可为各地合理选用和完善产后系统模式提供依据。

参 考 文 献

- (1) 邓聚龙:《灰色系统·社会·经济》 国防工业出版社, 1985。
- (2) 邓聚龙:《灰色预测与决策》 华中工学院出版社, 1986。
- (3) 王 亭:“灰函数及其关联度”,《模糊数学》, No.2, 1985。
- (4) Z.F. Toquero and B. Duff: Physical losses and quality deterioration in rice postproduction system. IRRI.1985.
- (5) 河南农业大学等,《农业系统工程基础》 河南科学技术出版社, 1987。

Study on Comprehensive Appraise Method of Grain Postproduction System

He Yongsheng He Yong
(Zhejiang Agricultural University)

Abstract

Based on the systematic analysis of present situation and characteristic of grain postproduction system, a multiobjective comprehensive appraise model was established to evaluate grain postproduction system using four indexes, i.e. cost, efficiency, grain quantity loss and grain quality index. Comprehensive appraise on three typical grain postproduction system existing in Zhejiang Province was undertaken on the basis of survey at Jinhua, Jiaying and Ningbo in Zhejiang Province from 1987~1989. The study suggested that the farmers and official governors make the best choice and improvements of grain post production system.

Key words Grain postproduction system System pattern Relation grade
Multiobjective appraise.