

农村能源综合建设效益评价 及灰色系统方法应用

王革华 陈彦宾 施德铭

(中国农业工程研究设计院)

提 要 本文对农村能源综合建设亟需解决的效益评价问题进行了研究,并着重探讨了后效益评价方法。提出了用综合指数评价综合建设效益,同时把农村能源综合建设效益分为当前效益和未来效益,从而引出了效益现评价和预评价概念,并用灰色系统预测方法对广东某县农村能源综合建设建立了效益预评价模型,证明方法合理、可行。

关键词 农村能源 效益评价 灰色系统

1 农村能源综合建设效益及其特点

农村能源综合建设是以解决农村生产和生活用能,促进农村经济发展,改善农业生态环境,提高农民生活水平为目的的。因此其效益具有经济、生态和社会的广泛涵义(见图1)。

农村能源综合建设效益具有两大特点:一是广泛性或综合性;二是后效性。所谓广泛性是指农村能源综合建设不同于经济效益为主要目标的一般工程项目,它的效益体现在能源、经济、生态和社会的许多方面,即综合建设具有综合效益。后效性是指农村能源综合建设对未来的影响。许多农村能源建设项目具有时滞特点,不能立即见效。

例如薪炭林要五年左右才有效益,省柴灶节柴的生态效益也要一段时间才能表现出来,等等。农村能源综合建设不仅对缓解当前农村能源短缺、发展经济、恢复和保护生态产生积极影响,而且对未来农村能源、经济、生态和社会发展将有更大的促进作用。

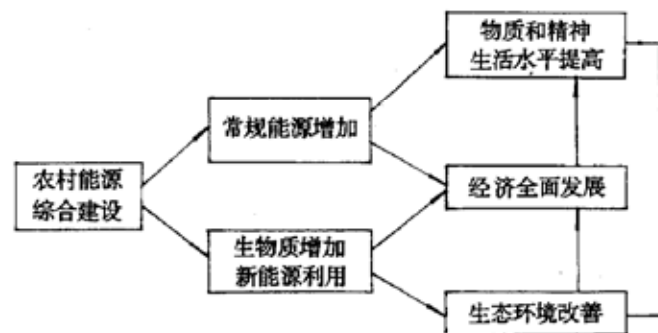


图1 农村能源综合建设效益

2 农村能源综合建设效益评价

根据农村能源综合建设效益的特点，效益评价应体现综合的特性，反映动态过程，并能预测未来效果。

2.1 评价指标

由于效益的广泛性不可能仅用经济评价指标反映建设效益，而应采用能体现效益特点的综合性指标进行效益评价。把农村能源综合建设效益分为四个方面即能源效益、经济效益、生态效益和社会效益。四方面的效益均由具体的指标体现，形成评价指标集。如图2。

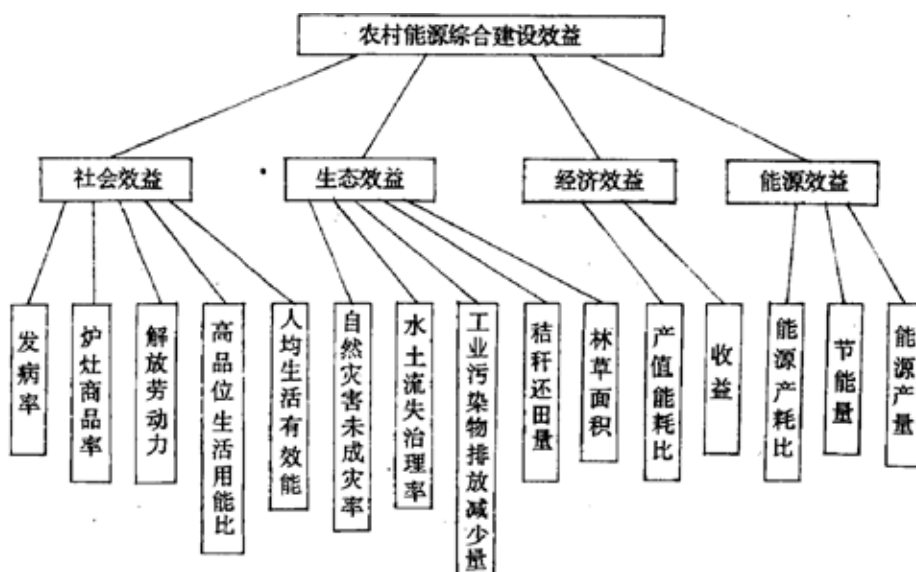


图2 农村能源综合建设效益指标

2.2 评价方法

2.2.1 现评价和评价指数

现评价是对农村能源综合建设的一段历史期间的效益进行分析评价，它通过历史和现实数据反映综合建设的现实效益及其发展变化的历史过程。

将建设期内各年的评价指标值以某个基年为参考点进行相对化处理。然后按能源、经济、生态和社会效益四个集分别进行加权综合，即分别得到逐年的能源效益指数、经济效益指数、生态效益指数和社会效益指数。这四个指数即可描述评价综合建设期间的综合效益及发展情况。计算方法如下。

1) 设第 k 子集的指标阵为

$$A_k = \begin{bmatrix} a_{k10} & a_{k11} & a_{k12} & \cdots & a_{k1n} \\ a_{k20} & a_{k21} & a_{k22} & \cdots & a_{k2n} \\ & & \cdots & & \\ a_{km0} & a_{km1} & a_{km2} & \cdots & a_{kmn} \end{bmatrix}$$

其中 n 为综合建设年限; m 为评价指标个数; a_{kij} 是第 j 年第 i 指标值, $j=0$ 是基年。

2) 将 A_k 阵相对化处理, 得

$$B_k = \begin{bmatrix} 1 & b_{k11} & b_{k12} & \cdots & b_{k1n} \\ 1 & b_{k21} & b_{k22} & \cdots & b_{k2n} \\ & & \cdots & & \\ 1 & b_{km1} & b_{km2} & \cdots & b_{kmn} \end{bmatrix}$$

其中 $b_{kij} = a_{kij} / a_{kio}$ 。

3) 加权综合得效益指数向量

$$P_k = W_k \cdot B_k = (1 \ P_{k1} \ P_{k2} \ \cdots \ P_{kn})$$

式中 $W_k = (W_1 \ W_2 \ \cdots \ W_m)$, 权系数向量; P_{kj} 为第 j 年效益指数。

2.2.2 预评价

预评价即后效益评价, 是对农村能源综合建设未来的效益进行预测, 以研究农村能源综合建设在整个农村经济、生态和社会系统中的深远影响以及能源未来的发展, 为进一步开展农村能源建设提供政策参考。

预评价是以现评价得到的数据为基础建立预评价模型, 预测能源、经济、生态和社会效益指数的发展变化规律。农村能源综合建设的历史较短, 数据不充分, 难以用回归方法建立预评价模型。农村能源综合建设系统内部各环节关系的复杂性使之尚不能比较精确地定量描述。结构的复杂性、信息的不完备性以及能源系统本身的惯性等特点, 决定了只能在有限数据的基础上对未来效益作出趋势性预测, 即农村能源系统属于灰色系统, 因此运用灰色系统方法建立模型进行效益预评价。

3 灰色预评价模型及应用

灰色预评价模型是用灰色系统预测方法, 采用 GM (1, 1) 和 GM (1, N) 相结合的方式建立模型, 对能源、经济、生态和社会效益指数进行预测。

在农村能源综合建设中, 系统的能源, 经济、生态和社会效益之间既存在相互促进相互依存的关系, 又有独立性。这里把能源系统单独研究, 将经济、生态和社会效益分别作为能源效益的函数研究, 即研究由能源效益带来的经济、生态和社会效益。因此对能源效益指数建立 GM (1, 1) 模型, 对经济、生态和社会效益指数建立 GM (1, 2) 模型。

以广东某县为例建立预评价模型。该县 1986 年开始农村能源综合建设。以 1985 年各项效益指标为基准, 经综合处理得效益指数如表 1。

表 1 广东某县农村能源综合建设效益指数

项 目	1985	1986	1987	1988	1989
能源效益指数, E_n	1	1.73	2.33	2.83	3.09
经济效益指数, E_c	1	1.25	1.53	1.82	2.01
生态效益指数, B	1	1.34	1.73	2.07	2.29
社会效益指数, S	1	1.50	2.00	2.38	2.61

对以上数据建模时有两点特殊性。一是 1985 年的指数为参考点 (原点), 1986~1989 年的指数是变化情况, 故只用这四年的数据建模。二是在灰色系统建模时, 第一步先作一次累加运算 (1-AGO), 而这里的效益指数均为累计效益, 故无需再作 1-AGO, 从而也不必作还原运算即 1-IAGO (一次累减)。

1) 能源效益模型

能源效益指数序列, E_n 1.73 2.33 2.83 3.09

由于把当前指数序列即认为是 1-AGO 后生成序列, 故尚需“原始”序列以建立 GM (1, 1) 模型。通过 1-IAGO 得到虚拟原始序列, $E_n^{(0)}$ 1.73 0.60 0.50 0.26。根据 GM (1, 1) 建模方法计算如下:

$$B = \begin{bmatrix} -\frac{1}{2}(1.73 + 2.33) & 1 \\ -\frac{1}{2}(2.33 + 2.83) & 1 \\ -\frac{1}{2}(2.83 + 3.09) & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -2.03 & 1 \\ -2.58 & 1 \\ -2.96 & 1 \end{bmatrix}$$

$$y_N = (0.60 \quad 0.50 \quad 0.26)$$

$$A = (B' B)^{-1} B' y_N = (0.2977 \quad 1.2043)$$

$$\therefore a = 0.2977 \quad b = 1.2043 \quad b/a = 4.045$$

$$\begin{aligned} \text{于是 } \hat{E}_n(k+1) &= \left(E_n^{(0)}(0) - \frac{b}{a} \right) e^{-ak} + \frac{b}{a} = (1.73 - 4.045)e^{-0.298k} + 4.045 \\ &= 4.045 - 2.315e^{-0.298k} \end{aligned}$$

误差检验:

k	0	1	2	3
E_n	1.73	2.33	2.83	3.09
\hat{E}_n	1.73	2.46	2.77	3.10
误差%	0	-5.6	2.1	-0.3

最大相对误差 5.6%, 模型可以接受。把 1989 年作初始年 ($t=0$), 则预评价模型

$$E_n(t) = 4.045 - 2.315e^{-0.298(t+3)} \quad (1)$$

2) 经济效益模型

对经济效益指数建立 GM (1, 2) 模型。指数序列为:

$$E_n \quad 1.73 \quad 2.33 \quad 2.83 \quad 3.09$$

$$E_c \quad 1.25 \quad 1.53 \quad 1.82 \quad 2.01$$

对 E_c 作 1-IAGO, $E_c^{(0)}$ 1.25 0.28 0.29 0.19。

根据 GM (1, 2) 建模方法, 计算得

$$B = \begin{bmatrix} -\frac{1}{2}(1.25 + 1.53) & 2.33 \\ -\frac{1}{2}(1.53 + 1.82) & 2.83 \\ -\frac{1}{2}(1.82 + 2.01) & 3.09 \end{bmatrix}$$

$$y_N = (0.28 \quad 0.29 \quad 0.19)'$$

$$A = (B' B)^{-1} B' y_N = (1.7264 \quad 1.1332)'$$

$$\therefore a = 1.7264 \quad b = 1.1332 \quad b/a = 0.6564$$

$$\begin{aligned} \text{因此 } \hat{E}_c(k+1) &= \left(E_c^{(0)}(0) - \frac{b}{a} E_n(k+1) \right) e^{-ak} + \frac{b}{a} E_n(k+1) \\ &= (1.25 - 0.656 E_n(k+1)) e^{-1.726k} + 0.656 E_n(k+1) \end{aligned}$$

误差检验

k	0	1	2	3
E_c	1.25	1.53	1.82	2.01
\hat{E}_c	1.25	1.48	1.84	2.02
误差%	0	3.3	-1.1	-0.5

最大相对误差 3.3%, 模型可以接受。以 1989 年为初始年 ($t=0$), 预评价模型为

$$E_c(t) = (1.25 - 0.656 E_n(t)) e^{-1.726(t+3)} + 0.656 E_n(t) \quad (2)$$

3) 生态效益模型和社会效益模型

用与 2) 同样的方法可建立生态效益和社会效益指数的 GM(1, 2)模型。

$$B(t) = (1.34 - 0.742 E_n(t)) e^{-1.835(t+3)} + 0.742 E_n(t) \quad (3)$$

$$S(t) = (1.50 - 0.837 E_n(t)) e^{-2.343(t+3)} + 0.837 E_n(t) + 0.093 e^{-0.657(t+2)} \quad (4)$$

(4)式中最后一项是误差修正项。

式(1)~(4)组成了广东某县农村能源综合建设效益预评价模型。据此模型可以对该县农村能源综合建设效益进行预评价, 未来 10 年的效益指数如表 2 和图 3。

表 2 预评价效益指数

t	0*	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
E_n	3.09	3.34	3.52	3.66	3.76	3.83	3.89	3.93	3.96	3.98	4.00
E_c	2.01	2.19	2.31	2.40	2.46	2.51	2.55	2.58	2.60	2.61	2.62
B	2.29	2.48	2.61	2.71	2.79	2.84	2.88	2.91	2.94	2.95	2.97
S	2.61	2.81	2.96	3.06	3.15	3.21	3.25	3.29	3.31	3.33	3.35

* $t=0$ 时的值是实际值(见表 1)

由表2和图3可见：①农村能源综合建设的未来效益是随时间递增的，即后效益大于现效益，故农村能源综合建设对农村经济，生态和社会的有益影响是久远的。②由于农村能源系统内各环节相互制约的特性，效益指数随时间呈饱和趋势，即在不再继续增加投入进行农村能源综合建设的情况下，系统效益将趋于某个极限并维持下去。此时系统效益达到某一新的水平。

将表1和表2的数据合在一起可作出图4曲线。这反映了农村能源综合建设期间及其未来的效益变化的完整动态过程，变化趋势和相对变化量，使我们对农村能源综合建设效益有了全面、系统、综合的认识。图4表示广东某县在农村能源综合建设期间效益指数迅速增加，以后继续增加并呈饱和状态，达到新的高度。

从图4可见，在农村能源综合建设期间及未来十年内，能源效益指数增长最多，显然综合建设对缓解农村用能的作用是很显著的，这也正是农村能源建设的目的所在。农村能源综合建设所产生的社会效益、生态效益和经济效益中，以社会效益变化最明显，而经济效益指数增长较少。这表明农村能源综合建设除解决了农村用能问题之外，其效益主要体现在社会效益和生态效益上，这是农村能源建设的重要特点。

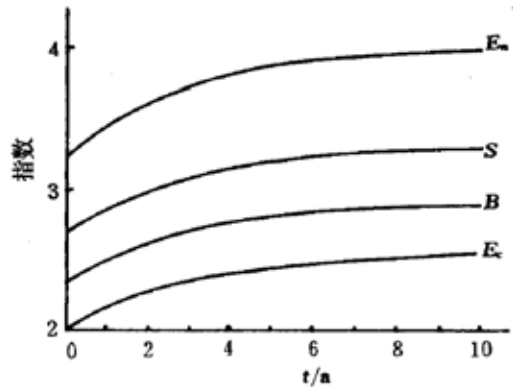


图3 效益指数曲线

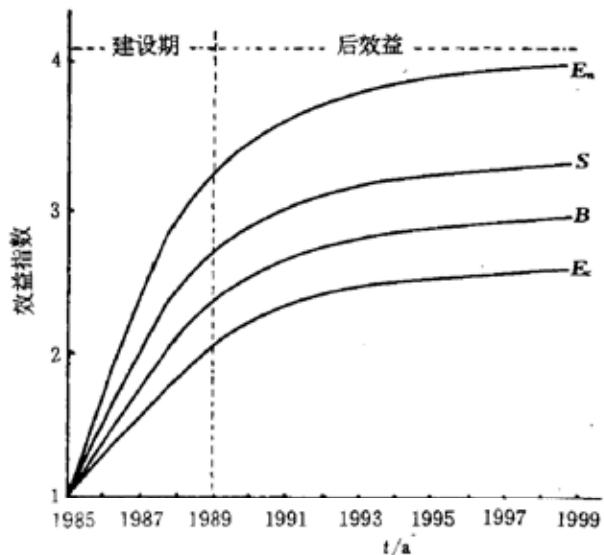


图4 农村能源综合建设效益指数

4 结 语

- 1) 本文提出的综合评价指数能综合地反映农村能源综合建设效益，且由于其相对性而具有横向、纵向的可比性。
- 2) 将农村能源综合建设效益评价，分为现评价和预评价，体现了农村能源及其相关系统的运动特点。用灰色系统方法建立的预评价模型能较好地反映系统运动规律，得出未来发展趋势的评价结论，因而是可行的。

参 考 文 献

- 1 王众托编. 系统工程引论. 北京: 电子工业出版社, 1987.
- 2 赵焕臣, 等. 层次分析法. 北京: 科学出版社, 1986.
- 3 邓聚龙著. 灰色系统基本方法. 武汉: 华中理工大学出版社, 1987.

The Effect Assessment of Integrated Rural Energy Development and the Application of Grey System Method

Wang Gehua Chen Yanbin Shi Deming

(*Chinese Academy of Agricultural Engineering Research and Planning*)

Abstract

This paper studies the effect assessment method that need to be solved urgently in integrated rural energy development, and emphasizes to research the future effect assessment approach. The paper presents that the effect of integrated development is assessed by the integrated index, at the same time, the effect is divided into the present effect and future effect, thereby, the concepts of the present effect and future effect assessment are put forward. Finally, the forecasting method of Grey System applied to establish a future effect assessment model, and it is used to the effect assessment of the integrated rural energy development in a sample county in Guangdong Province.

Key words Rural energy, Effect assessment, Grey System