

水利工程经营管理

综合评判的多级模糊层次分析

贺北方

刘正才

(郑州工学院)

(河南鲇鱼山水库)

提 要

本文根据复杂系统评价因素众多的特点,将Fuzzy集合论与层次分析(AHP)相结合,提出了多级模糊层次综合评判的数学模型。文中以综合利用水库经营管理的综合评判为例,进行了实例分析。

关键词: 模糊集合, 层次分析法, 综合评判。

一、引 言

为了更好地贯彻“加强经营管理,讲究经济效益”的方针,水电部于1986年5月颁发了《综合利用水利工程经营管理考核指标》。它将对提高工程效益及管理水平起到有力的促进作用。但是,该指标体系多达二十余项,如不进行综合,就不易清晰概括地反映水管单位经营管理的水平和效果。特别是不便于单位间的横向比较。因此,有必要建立综合评判的数学模型。

水利工程是一个复杂系统。倘若仅用一般的单层模糊综合评判模型,因评价因素众多,得不到有价值的评价结果。同时,评价因素权重的确定,也是一个困难问题。本文将模糊集合论与层次分析法相结合,对这类复杂系统综合评判的建模及算法,进行初步探讨。

二、评价因素隶属函数关系的确定

要运用模糊数学方法解决综合评判问题,关键在于确定各评价因素(即指标)的隶属函数关系。水利工程经营管理综合评判的评价因素较多,可划分为不同层次,其递阶层次结构如图1。

这些指标(即评价因素),按其属性可分为两大类:

(一) 质量指标

质量指标是一些难以定量表示的质量因素。如生产管理方面的养护修理工作,检查工作观测工作等三项评定指标。为了对这些质量指标进行合理评估,我们采用了模糊统计方法或逐级估量法。

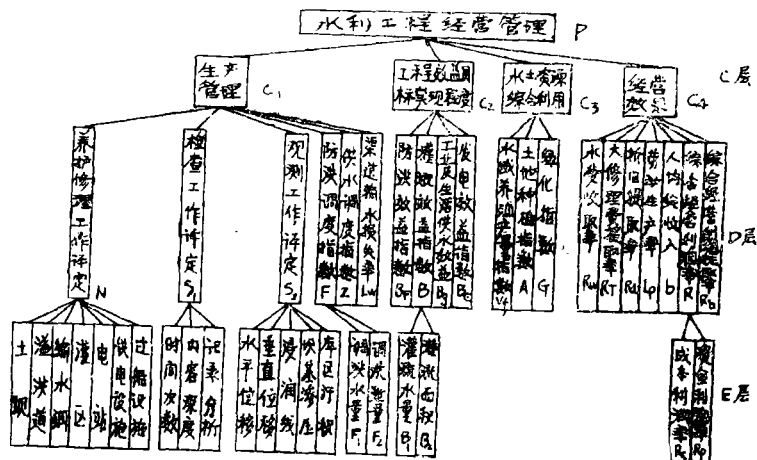


图1.水利工程经营管理评价因素层次图

模糊统计，就是让参与评价的各位专家，按预先划定的评价等级（如 $V_1, V_2, V_3, \dots, V_5$ ——分别表示优、良、中、差、劣），给各评价因素（即指标）划分等级。然后依次统计各评价因素（ $U_i, i=1, 2, \dots, m$ ）的各评价等级（ $V_j, j=1, 2, \dots, 5$ ）的频数 m_{ij} ，则

$$\mu_{V_j}(u_i) = \frac{m_{ij}}{n}$$

称为评价因素 u_i 属于 V_j 等级的隶属度。

式中： m_{ij} 为 $u_i \in V_j$ 的次数；

n 为参与评价的专家人数。

$$\therefore R_i = \frac{\mu_{V_1}(u)}{V_1} + \frac{\mu_{V_2}(u)}{V_2} + \frac{\mu_{V_3}(u)}{V_3} + \frac{\mu_{V_4}(u)}{V_4} + \frac{\mu_{V_5}(u)}{V_5}$$

称 R_i 为评价因素 u_i 的单因素评价，它是评语集 V 上的模糊子集。

按照上述方法，即可对三个质量指标作出单因素模糊评价，得相应的模糊子集 R_i 。

（二）数量指标

数量指标均可用区间 $[a, b]$ 上的实数来表示。在十七项数量指标中，有十四项指标采用了相对比值的形式，还有三项指标以单位指标的形式表示。现按照各类数量指标的特点，分述其隶属函数关系的确定方法。

1. 对于以实际值/目标值表示的指标，且比值大者为好的共计有10项指标。即供水调度指数 Z ，防洪效益指数 B_F ，灌溉效益指数 B ，工业及生活供水效益指数 B_g ，发电效益指数 B_E ，土地种植指数 A ，绿化指数 G ，水费收取率 R_w ，大修理费提取率 R_T ，折旧提取率 R_d 等。其中除少数指标（如 B_E, A ）可以大于1外，其余皆为 $[0, 1]$ 上的数。这10项指标可概括表示为图2。

图2中的五个模糊子集的隶属函数关系图，若单独看来， $\mu_{V_1}(u), \mu_{V_5}(u)$ 分别为升、降半梯形分布； $\mu_{V_j}(u), j=2, 3, 4$ 则为三角形分布。它们均可用数学表达式描述。如

$$\mu_{v_1}(u) = \begin{cases} 0 & u \leq 0.8 \\ \frac{u-0.8}{0.2} & 0.8 < u \leq 1.0 \\ 1 & u > 1.0 \end{cases}$$

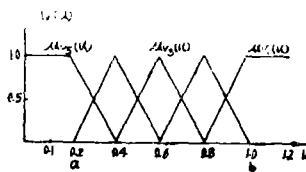


图2

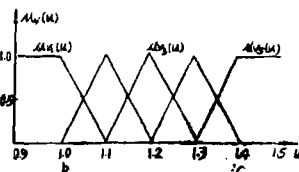
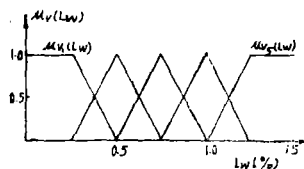


图3

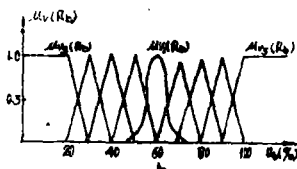
2. 对于防洪调度指数 F , 其隶属函数关系与图2表示的10项指标的隶属函数关系不同, 详见图3。

3. 以百分率(%)表示的指标有三个, 即综合经营利润率 R , 渠道输水损失率 L_w 和综合经营利润提取率 R_b , 其余三个指标: 水域养殖产量指数 v_t (斤/亩), 劳动生产率 L_p (元/人), 人均纯收入 b (万元/人)等, 为单位指标。这些均可用 $[a, b]$ 区间上的实数来概括(详见图4(1)~(6)图)。由于水利工程偏重社会效益, 当仅计经济效益时, 人均纯收入 b (万元/人)可能为负值。另外, 综合经营利润提取率 R_b 并非愈大愈好或愈小愈好, 而是以理想值为佳。设 $\mu_{v_1}(R_b)$ 为正态曲线分布:

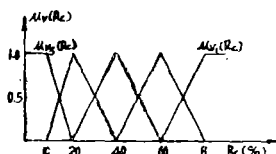
$$\mu_{v_1}(R_b) = e^{-\left(\frac{R_b - b}{\sigma_b}\right)^2}$$



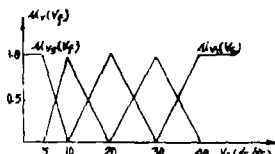
(1) 渠道输水损失率



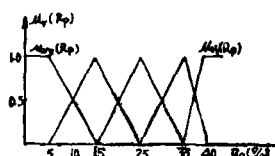
(4) 综合经营利润提取率



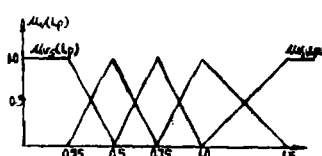
(2) 综合经营成本利润率



(5) 水域养殖产量指数



(3) 综合经营利润率



(6) 劳动生产率

图4 模糊子集 v_j 的隶属函数关系图

式中 σ_b 可由 $\mu_{v_1}(d) = \mu_{v_1}(f) = 0.5$ 确定。而 $\mu_{v_j}(R_b)$, $j=2, 3, 4$ 仍为三角形分布(如图4~(4))

三、多级(层)模糊层次综合评判模型

设 $U = \{u_1, u_2, \dots, u_i, \dots, u_m\}$ 为评价因素集, 而 $V = \{v_1, v_2, \dots, v_i, \dots, v_n\}$ 为评语集, 即评价等级的集合, 则模糊矩阵

$$R = \begin{pmatrix} R_1 \\ R_2 \\ \vdots \\ R_i \\ \vdots \\ R_m \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} r_{11} & r_{12} & \cdots & r_{1i} & \cdots & r_{1n} \\ r_{21} & r_{22} & \cdots & r_{2i} & \cdots & r_{2n} \\ \vdots & \vdots & \cdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ r_{i1} & r_{i2} & \cdots & r_{ii} & \cdots & r_{in} \\ \vdots & \vdots & \cdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ r_{m1} & r_{m2} & \cdots & r_{mi} & \cdots & r_{mn} \end{pmatrix}$$

为评价矩阵。 $R_i = (r_{i1}, r_{i2}, \cdots, r_{ii}, \cdots, r_{in})$, 为因素 u_i 的单因素评价, 它是 V 上的模糊子集。其中 r_{ij} 为对第 i 个因素 u_i 给予评语 v_j 的隶属度。

U 上的模糊子集 $A = (a_1, a_2, \cdots, a_i, \cdots, a_m)$ 称为权重。其中 $a_i \geq 0$, 且 $\sum_{i=1}^m a_i = 1$ 。

应用Fuzzy矩阵的复合运算, 得

$B = A \cdot R = (b_1, b_2, \cdots, b_n)$ 。它是 V 上的模糊子集。

对于水利工程经营管理综合评判而言, 因评价因素甚多, 仅使用上述的单层综合评判模

型, 权重难以细分, 即使定出了各因素的 a_i , 因需满足 $\sum_{i=1}^m a_i = 1$ 的归一性要求, a_i 必然甚小

, 很难得到有价值的评价结果。因此, 建立如下多级模糊层次综合评判模型:

$$B^* = A \circ R = A \circ \begin{pmatrix} B_1 \\ B_2 \\ \vdots \\ B_m \end{pmatrix} = A \circ \begin{pmatrix} A_1 \circ R_1 \\ A_2 \circ R_2 \\ \vdots \\ A_m \circ R_m \end{pmatrix}$$

$$= A \circ \begin{pmatrix} A_1 \circ \begin{pmatrix} B_{11} \\ B_{12} \\ \vdots \\ B_{1k} \end{pmatrix} \\ A_2 \circ \begin{pmatrix} B_{21} \\ B_{22} \\ \vdots \\ B_{2k} \end{pmatrix} \\ \cdots \cdots \cdots \\ A_m \circ \begin{pmatrix} B_{m1} \\ B_{m2} \\ \vdots \\ B_{mk} \end{pmatrix} \end{pmatrix} = A \circ \begin{pmatrix} A_1 \circ \begin{pmatrix} A_{11} \circ R_{11} \\ A_{12} \circ R_{12} \\ \vdots \\ A_{1k} \circ R_{1k} \end{pmatrix} \\ A_2 \circ \begin{pmatrix} A_{21} \circ R_{21} \\ A_{22} \circ R_{22} \\ \vdots \\ A_{2k} \circ R_{2k} \end{pmatrix} \\ \cdots \cdots \cdots \\ A_m \circ \begin{pmatrix} A_{m1} \circ R_{m1} \\ A_{m2} \circ R_{m2} \\ \vdots \\ A_{mk} \circ R_{mk} \end{pmatrix} \end{pmatrix}$$

作法是: 由低层到高层逐层确定各评价因素的权重分配, 并进行该层的综合评判, 将其所得结果作为较高层次的模糊矩阵, 进行高层次的综合评判。这样既反映了评价因素间客观存在的层次关系, 又避免了因素过多难以分配权重的弊病。

模糊综合评判中, 权重 A 的确定是个重要而困难的问题。本文试用层次分析法来解决这一问题。层次分析法(The Analytic Hierarchy Process)是一种实用而简明的决策方

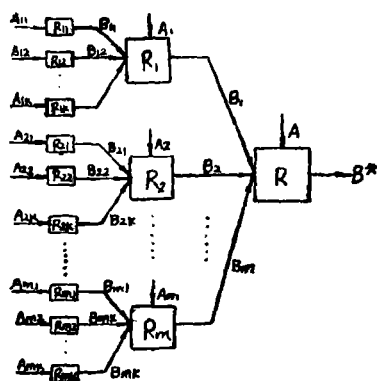


图5 多级模糊层次综合评判模型框图

表3—1, 相对于水利工程经营管理P而言, 认为生产管理 C_1 与工程效益目标实现程度 C_2 具有相同重要性, 故 $a_{11} = 1$, $a_{12} = 1$; 而生产管理 C_1 比水土资源综合利用 C_3 及经营效果 C_4 稍微重要, 故 $a_{13} = 3$, $a_{14} = 3$ 。

3. 进行排序计算及一致性检验。层次分析法的基本计算问题, 是求解判断矩阵A的最大特征根 λ_{\max} 及其对应的特征向量W。有多种计算方法。表(3—1)~(3—5)是利用方根法计算的成果。为了度量判断矩阵偏离一致性的程度, 引入了:

$$\text{一致性指标 } CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}$$

$$\text{随机一致性比率 } CR = \frac{CI}{RI}$$

(RI为平均随机一致性指标; n为A的阶数) 作为决策者判断思维一致性的检验。当 $CR < 0.10$ 时, 可认为判断矩阵具有满意的一致性; 否则需要重新调整判断矩阵中各元素的取值, 直至达到满意的一致性为止。

表3—1

P	C_1	C_2	C_3	C_4	W
C_1	1	1	3	3	0.375
C_2	1	1	3	3	0.375
C_3	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{3}$	1	1	0.125
C_4	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{3}$	1	1	0.125

$$\lambda_{\max} = 4, \quad CI = 0$$

$$RI = 0.9, \quad CR = 0$$

表3—2

C_1	N	S_1	S_2	F	Z	L_w	W_1
N	1	3	1	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	3	0.15
S_1	$\frac{1}{3}$	1	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{6}$	1	0.05
S_2	1	3	1	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	3	0.15
F	2	6	2	1	1	6	0.30
Z	2	6	2	1	1	6	0.30
L_w	$\frac{1}{3}$	1	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{6}$	1	0.05

$$\lambda_{\max} = 6, \quad CI = 0$$

$$RI = 1.24, \quad CR = 0$$

表3—3

C_2	B_F	B	B_E	B_E	W_2
B_F	1	1	3	1	0.30
B	1	1	3	1	0.30
B_E	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{3}$	1	$\frac{1}{3}$	0.10
B_E	1	1	3	1	0.30

表3—4

C_3	V_f	A	G	W_3
V_f	1	5	5	0.714
A	$\frac{1}{5}$	1	1	0.143
G	$\frac{1}{5}$	1	1	0.143

$$\lambda_{\max} = 4, CI = 0$$

$$RI = 0.9, CR = 0$$

$$\lambda_{\max} = 3.001, CI = 0.0005,$$

$$RI = 0.58, CR = 0.0008$$

认为 C_4 中的七项评价因素重要程度相当,则 $W_4 = (0.15, 0.14, 0.14, 0.14, 0.15, 0.14, 0.14)^T$

表3—5

N	土坝	溢洪道	输水洞	灌区	水电站	供电设施	过船设施	W_{11}
土坝	1	2	3	3	3	4	5	0.318
溢洪道	$\frac{1}{2}$	1	2	2	2	3	4	0.204
输水洞	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{2}$	1	1	1	2	3	0.117
灌区	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{2}$	1	1	1	2	3	0.117
水电站	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{2}$	1	1	1	2	3	0.117
供电设施	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	1	2	0.067
过船设施	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{2}$	1	0.060

$$\lambda_{\max} = 7.17, CI = 0.028, RI = 1.32, CR = 0.02$$

同理可以求出: $W_{12} = (0.50, 0.25, 0.25)^T$; $W_{13} = (0.22, 0.22, 0.22, 0.22, 0.12)^T$; $W_{14} = (0.50, 0.50)^T$; $W_{22} = (0.50, 0.50)^T$; $W_{46} = (0.50, 0.50)^T$.

将以上计算成果汇总, 即得多级综合评判模型的权重向量 A (亦即特征向量 W) 见表3—6。

权重向量表

表3—6

A	A_i	A_{jk}
$A = (0.375, 0.375, 0.125, 0.125)$	$A_1 = (0.15, 0.05, 0.15, 0.30, 0.05)$	$A_{11} = (0.318, 0.204, 0.117, 0.117, 0.117, 0.067, 0.060)$
		$A_{12} = (0.50, 0.25, 0.25)$
		$A_{13} = (0.22, 0.22, 0.22, 0.22, 0.12)$
		$A_{14} = (0.50, 0.50)$
	$A_2 = (0.30, 0.30, 0.10, 0.30)$	$A_{22} = (0.50, 0.50)$
	$A_3 = (0.714, 0.143, 0.143)$	$A_{46} = (0.50, 0.50)$
	$A_4 = (0.15, 0.14, 0.14, 0.14, 0.15, 0.14, 0.14)$	

四、实例分析

某水库是一座以灌溉为主, 结合防洪、发电、供水的综合利用大型水库。总库容2.65亿立方米, 兴利库容1.05亿立方米, 死库容0.21亿立方米。枢纽由土坝、溢洪道、输水洞、电站、过船设施等建筑物组成。1975建成投入运行, 现根据该水库测算的考核指标, 运用本文模型对该大型水库经营管理进行综合评判。

多级模糊层次综合评判, 是自下而上逐层进行模糊合成运算。

(一)、E层(第三级)的综合评判

$$B_{ik} = \dot{A}_{ik} \cdot R_{ik}; \quad (i=1, 2, 3, 4; k=1, 2, \dots, K)$$

1、养护修理工作的综合评判

经自检和互检得评判矩阵 R_{11} , 则

$$B_{11} = \dot{A}_{11} \cdot R_{11}$$

$$= (0.318, 0.204, 0.117, 0.117, 0.117, 0.067, 0.06) \cdot \begin{pmatrix} 0.2 & 0.8 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0.6 & 0.4 & 0 & 0 \\ 0.1 & 0.7 & 0.2 & 0 & 0 \\ 0 & 0.4 & 0.5 & 0.1 & 0 \\ 0.2 & 0.7 & 0.1 & 0 & 0 \\ 0.1 & 0.6 & 0.3 & 0 & 0 \\ 0 & 0.7 & 0.3 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

$$= (0.105, 0.67, 0.215, 0.01, 0)$$

2. 检查工作的综合评判

$$B_{12} = \dot{A}_{12} \cdot R_{12} = (0.50, 0.25, 0.25) \cdot \begin{pmatrix} 0 & 0.6 & 0.4 & 0 & 0 \\ 0.1 & 0.6 & 0.3 & 0 & 0 \\ 0.2 & 0.5 & 0.3 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

$$= (0.075, 0.575, 0.35, 0, 0)$$

3. 观测工作的综合评判

$$B_{13} = \dot{A}_{13} \cdot R_{13}$$

$$= (0.22, 0.22, 0.22, 0.22, 0.12) \cdot \begin{pmatrix} 0 & 0.2 & 0.7 & 0.1 & 0 \\ 0 & 0.6 & 0.4 & 0 & 0 \\ 0.2 & 0.7 & 0.1 & 0 & 0 \\ 0.2 & 0.6 & 0.2 & 0 & 0 \\ 0.3 & 0.6 & 0.1 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

$$= (0.124, 0.534, 0.32, 0.022, 0)$$

4. 数量指标的E层综合评判见表4—1

(二)、D层(第二级)的综合评判

$$B_i = \dot{A}_i \cdot R_i \quad (i=1, 2, 3, 4)$$

表4—1

指标名称	测得数据	B_{ik}
④防洪调度指数F	$F_1=1.018$ $F_2=1.035$	$B_{14} = (0.50, 0.50) \cdot \begin{pmatrix} 0.9 & 0.1 & 0 & 0 & 0 \\ 0.66 & 0.34 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$ $= (0.78, 0.22, 0, 0, 0)$
⑤供水调度指数	$Z=0.98$	$B_{15} = (0.92, 0.08, 0, 0, 0)$
⑥渠道输水损失率	$L_W=0.96\%$	$B_{16} = (0, 0, 0.1, 0.9, 0)$
⑦防洪效益指数	$B_F=0.90$	$B_{21} = (0.50 \quad 0.50 \quad 0, 0, 0)$
⑧灌溉效益B	$B_1=0.976$ $B_2=0.97$	$B_{22} = (0.50, 0.50) \cdot \begin{pmatrix} 0.9 & 0.1 & 0 & 0 & 0 \\ 0.850 & 0.150 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$ $= (0.88, 0.12, 0, 0, 0)$
⑨工业、生活供水	$B_3=1.0$	$B_{23} = (1, 0, 0, 0, 0)$
⑩发电效益	$B_E=0.66$	$B_{24} = (0, 0, 0.30, 0.70, 0)$
⑪水域养殖产量	$V_f=34.2\text{斤/亩}$	$B_{31} = (0.4, 0.6, 0, 0, 0)$
⑫土地种植	$A=1.21$	$B_{32} = (1, 0, 0, 0, 0)$
⑬绿化指数	$G=0.51$	$B_{33} = (0, 0, 0.5, 0.5, 0)$
⑭水费收取率	$R_W=0.477$	$B_{41} = (0, 0, 0.4, 0.6, 0)$
⑮大修理率提取率	$R_T=0$	$B_{42} = (0, 0, 0, 0, 1)$
⑯折旧提取率	$R_d=0$	$B_{43} = (0, 0, 0, 0, 1)$
⑰劳动生产率	$L_p=4530\text{元/人}$	$B_{44} = (0, 0, 0, 0.85, 0.15)$
⑱人均纯收入	$b=-1584\text{万元/人}$	$B_{45} = (0, 0, 0, 0, 1)$
⑲综合经营利润率R	$R_C=14.5\%$ $R_P=8.2\%$	$B_{46} = (0.50, 0.50) \cdot \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0.5 & 0.5 \\ 0 & 0 & 0.43 & 0.57 \end{pmatrix}$ $= (0, 0, 0, 0.47, 0.53)$
⑳综合经营利润提取率	$R_b=53.3\%$	$B_{47} = (0.36, 0.64, 0, 0, 0)$

注*: 本文皆省略了模糊子集符号“ \sim ”。

$$B_1 = A_1 \cdot R_1$$

$$= (0.15, 0.05, 0.15, 0.3, 0.3, 0.05) \cdot \begin{pmatrix} 0.105 & 0.67 & 0.215 & 0.01 & 0 \\ 0.075 & 0.575 & 0.35 & 0 & 0 \\ 0.124 & 0.534 & 0.32 & 0.022 & 0 \\ 0.78 & 0.22 & 0 & 0 & 0 \\ 0.92 & 0.08 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0.1 & 0.9 & 0 \end{pmatrix}$$

$$= (0.545, 0.303, 0.102, 0.05, 0)$$

$$B_2 = A_2 \cdot R_2$$

$$= (0.3, 0.3, 0.1, 0.3) \cdot \begin{pmatrix} 0.5 & 0.5 & 0 & 0 & 0 \\ 0.88 & 0.12 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0.3 & 0.7 & 0 & 0 \end{pmatrix} = (0.514, 0.276, 0.21, 0, 0)$$

$$\begin{aligned}
 B_3 &= A_3 \cdot R_3 = (0.714, 0.143, 0.143) \cdot \begin{pmatrix} 0.4 & 0.6 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0.5 & 0.5 & 0 \end{pmatrix} \\
 &= (0.4286, 0.4284, 0.0715, 0.0715, 0) \\
 B_4 &= A_4 \cdot R_4 = (0.15, 0.14, 0.14, 0.14, 0.15, 0.14, 0.14) \cdot \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0.4 & 0.6 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0.85 & 0.15 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0.47 & 0.53 \\ 0.6 & 0.4 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \\
 &= (0.05, 0.09, 0.06, 0.275, 0.525)
 \end{aligned}$$

(三) C层(第一级)综合评判

$$\begin{aligned}
 B^* &= A \cdot R = (0.375, 0.375, 0.125, 0.125) \cdot \begin{pmatrix} 0.545 & 0.303 & 0.102 & 0.05 & 0 \\ 0.514 & 0.276 & 0.21 & 0 & 0 \\ 0.43 & 0.43 & 0.07 & 0.07 & 0 \\ 0.05 & 0.09 & 0.06 & 0.275 & 0.525 \end{pmatrix} \\
 &= (0.457, 0.282, 0.133, 0.062, 0.066)
 \end{aligned}$$

此综合评判 $B^* = (b_1, b_2, b_3, b_4, b_5) = (0.457, 0.282, 0.133, 0.062, 0.066)$, 即为该大型综合利用水库经营管理水平的综合评判结果。由此可见:

1. 该水库的经营管理水平较高, 属优级。虽然其中的经营效果指标不能令人满意, 但由于在生产管理、工程效益实现程度、水土资源综合利用程度三个方面, 经营管理较好(这

灵敏度分析 (B^* 随 A, A_3 的变化)

表4—2

A_3	A	B^*
(0.714, 0.143, 0.143)	(0.375, 0.375, 0.125, 0.125)	(0.457, 0.282, 0.133, 0.062, 0.066)
	(0.25, 0.25, 0.25, 0.25)	(0.385, 0.275, 0.11, 0.099, 0.131)
(0.50, 0.25, 0.25)	(0.375, 0.375, 0.125, 0.125)	(0.459, 0.266, 0.14, 0.069, 0.066)
	(0.25, 0.25, 0.25, 0.25)	(0.39, 0.242, 0.124, 0.113, 0.131)
(0.34, 0.33, 0.33)	(0.375, 0.375, 0.125, 0.125)	(0.462, 0.253, 0.145, 0.074, 0.066)
	(0.25, 0.25, 0.25, 0.25)	(0.394, 0.218, 0.134, 0.123, 0.131)

些均可从模糊矩阵R提供的信息中明显看出)。因此,该水库经营管理综合评判仍为优级。

2.各评价因素的权重分配不同,评价结果也将随之变化。为此,进行了初步的灵敏度分析(见表4—2)。由表中的 B^* 值可见,权重分配的改变将引 B^* 的变化,但就本例而言,即使把 A_3 和 A_4 均作等权的分配,该水库仍属优级。

3.应该看到,该水库在经营效果方面是薄弱环节,指标欠佳(可能有不少水管单位是这种情况)。说明应该进行管理体制改革,提高管理水平和经济效益,使水利工程管理单位逐步成为开放型的管理企业。

4.该多级模糊层次综合评判模型,不仅能使复杂系统得以简明概括,而且能为决策者提供较多信息。既可得到最终评价结论,又能了解各层次不同因素间的相互关系,明确薄弱环节及改进工作的方向。

五、结 语

本文提出的综合评判的多级模糊层次分析模型,将Fuzzy集合论与AHP相结合,使综合评判模型具有坚实的数学基础。该模型可用于水利工程管理单位及其它复杂系统。

利用这个模型,可以评价水利工程经营管理的水平和效果。如果逐年连续评价,可以看出一个水管单位经营管理水平的发展情况,激励群众逐年提高经营管理水平。同时,便于同类水管单位间的横向比较。若以综合评判为依据进行同类单位间的评优,会有较强的说服力。

参 考 文 献

- [1] 汪培庄,模糊集合论及其应用,上海科技出版社,(1983)。
- [2] 陈永义,陈云丰,汪培庄,综合评判的数模型,模糊数学,1,(1983)
- [3] 赵焕臣、许树柏、和金生,层次分析法,科学出版社,(1986)。
- [4] 江京松,综合利用水库经营管理考核指标的计算和实例,水利经济动态,3(1986)。

MULTISTAGE FUZZY ANALYTIC HIERARCHY PROCESS OF SYNTHETIC ASSESSMENT OF MANAGEMENT FOR WATER RESOURCE PROJECTS

He Beifang

Liu Zhengcai

(Zhengzhou Institute of Technology)

(Nianyushan Reservoir)

Abstract

According to the characteristic of the multitudinous evaluation factors of the complicated systems, in this paper the author put forwards a mathematic model of the multistage synthetic assessment with fuzzy hierarchy process, combined fuzzy set theory with analytic hierarchy process. This paper take the synthetic assessment of the multipurpose reservoir management for example to explain the feasibility of the model

Key words, fuzzy set; the analytic hierarchy process; synthetic assessment.