

# 水土保持规划中的软决策

李 忠 魁

(中国科学院西北水土保持研究所)

## 摘 要

软决策方法是由专家参与,确定出各个因素的重要性或权重,再进行综合评判,作出决策。这一方法的基本原理是模糊数学中的综合评判 $\tilde{B} = \tilde{A} \cdot \tilde{R}$ 。这里, $\tilde{R}$ 是由方案中的各个因子的模糊评判值组成的模糊矩阵; $\tilde{A}$ 是由表示各个因子重要性的权重组成的列矩阵; $\tilde{B}$ 是评判结果; $\cdot$ 是运算符号。评判多个水土流失治理方案时,由专家和科研人员先评价这些方案的可能性、合理性和可行性,后通过综合评判,选择出最佳方案;评价一个总体规划时,可由专家和科研人员对涉及到的土地利用规划、林草建设规划、牲畜发展规划、农田基建规划、农业生产规划和多种经营规划等单项规划作出评价,并给出它们在总体规划中的权重,再做出该总体规划是“可行”或“不可行”的决策;从给定的数个方案中选择最佳方案时,也可先用隶属函数把农业用地、林业用地、牧业用地、水土流失治理总投资和副业收入等值转换为0.0~1.0之间的数值,组成模糊矩阵进行评判。然后通过比较,计算出各个方案的评判结果同理想方案的贴近度。贴近度最大者即为最佳方案。

人类的实践活动离不开决策。有的决策问题相当复杂,如国家管理的宏观决策,体制改革中的决策,国土整治或环境污染治理的决策,等等。这些决策,通常涉及的因素很多,具有不确定性强、模糊度高的特点,单凭个人经验、偏好、感情是很难奏效的。因此,需要有一个科学、合理的决策方法。

## 一、问题的提出

解决一个复杂的水土保持问题,也需要科学的决策。在确定某一地区的水土保持规划方案(或措施)时,要涉及气象因子、地形和地貌因子、土壤因子和植被等自然因子以及人口、劳动力和每人平均收入等社会经济因子。这些因子中多数是不确定的,因子之间的关系和性质又模糊不清,用传统的数学方法很难处理。因此,讨论治理荒山荒坡,发展农林牧副的综合性水土保持方案时,意见很多,往往很难集中,作出决策。结果便产生了两种常见的决策方式,即蛮干型和妥协型。

所谓蛮干型就是对问题不做任何具体分析,说上就上,“长官”意志,一拍脑袋就武断决定,有90%是要失败的。据报道,埃及在1970年建起了阿斯旺水坝,水电站装机容量是220万千瓦。这在当时是举世瞩目的大工程。遗憾的是建成后却害多利少,它使得尼罗河两岸的肥沃土地

失去了肥源而变成了盐渍地；由于泥沙被阻于坝内，使得河口供沙不足，海水倒灌，淹没了建筑物，库区内蚊蝇滋生，附近居民中血吸虫病蔓延，……。这些都是原来决策时对建坝的利弊考虑不周造成的。所谓妥协型，就是对需要进行决策的问题犹疑不决、模棱两可，最后“顺其自然”，其结果一定会“反受其乱”的。举例来说，治理一条河流的方法，应该是尽早以生物措施和工程措施控制入河泥沙，加固河岸，稳定河床。但当其决策时由于种种原因，对生物、工程治理方案和措施等举棋不定，贻误了时机。数年后，沿河水库、大坝、河床的泥沙淤积严重，从而抬高了河流水位。此后，虽然多次加高水坝和渠道高度，但河流的输沙量有继续增加的趋势，这就意味着还要再加高水坝和渠道高度。这条“悬河”成为人们的心腹大患。

造成蛮干型和妥协型决策方式的原因，一是由于意见分散，二是因为没有应用科学的方法把分散的意见条理化、数学化、定量化。科学型的决策方法是遇事先作具体分析，收集材料，倾听专家意见，并对情报和数据进行科学的计算和推理，制定出若干个可行的方案；然后再根据预先制定的目标确定其中一个最优（或满意）的方案，再“拍板”定论。科学型的决策方法，是我们所应提倡的。本文参考有关方法，研究了水土保持问题的数量化综合评判。

## 二、评判方法

我们试用三种方法评判水土保持方案（或措施），并作出决策。

### （一）直接评判法。这个方法，包括下述步骤

1、评判意见。根据以往的实践经验，综合考虑各种自然、社会因素，组织有关专家拟订出一个流域的水土流失治理方案，然后参考贺仲雄副教授的方法，由专家们提出对方案的评判要求。之后，把方案和评判要求事项印发100份，发给有关科研人员审阅，再举行全体会议讨论，进一步明确评判的方法、步骤。此后，科研人员按表1的内容对每个方案表示意见。比如，“可能性”一栏分“大、中、小”，即表示实现这一方案的可能性大、一般或较小。如果认为某个方案的可能性大，就在该方案“可能性”之下评语“大”一栏中划上规定的符号“×”；认为该方案的合理性一般，则在该方案合理性之下评语“中”一栏里划上同样的符号；其余类推。每个人对每一方案的“可能性”（或“合理性”、“可行性”）栏中的“大、中、小”只能选一个。对各因素的权数分配意见则在表中填上具体数字。评判意见归纳综合于表1、表2和表3。

表1 评 判 意 见

| 方 案     | 评 语 | 评 价 因 素 |       |       |
|---------|-----|---------|-------|-------|
|         |     | 可 能 性   | 合 理 性 | 可 行 性 |
|         | 大   |         |       |       |
|         | 中   |         |       |       |
|         | 小   |         |       |       |
| 权 数 分 配 |     |         |       |       |

表2

各因素评判意见综合表

| 方 案 | 评 语 | 评 价 因 素 |      |      | 备 注                                 |
|-----|-----|---------|------|------|-------------------------------------|
|     |     | 可能性     | 合理性  | 可行性  |                                     |
| I   | 大   | 0.60    | 0.25 | 0.50 | 评判数字是评判同种意见的人数与参加评判的总人数之比。总评人数为100。 |
|     | 中   | 0.35    | 0.54 | 0.35 |                                     |
|     | 小   | 0.05    | 0.21 | 0.15 |                                     |
| II  | 大   | 0.40    | 0.57 | 0.70 |                                     |
|     | 中   | 0.45    | 0.23 | 0.23 |                                     |
|     | 小   | 0.15    | 0.20 | 0.07 |                                     |
| III | 大   | 0.20    | 0.45 | 0.58 |                                     |
|     | 中   | 0.35    | 0.34 | 0.12 |                                     |
|     | 小   | 0.45    | 0.21 | 0.30 |                                     |
| IV  | 大   | 0.75    | 0.84 | 0.76 |                                     |
|     | 中   | 0.10    | 0.10 | 0.24 |                                     |
|     | 小   | 0.15    | 0.06 | 0.00 |                                     |
| V   | 大   | 0.33    | 0.01 | 0.48 |                                     |
|     | 中   | 0.00    | 0.24 | 0.37 |                                     |
|     | 小   | 0.67    | 0.75 | 0.15 |                                     |

表3

各因素权数分配意见综合表

| 可 能 性 |     |      | 合 理 性 |     |      | 可 行 性 |     |      |
|-------|-----|------|-------|-----|------|-------|-----|------|
| 权 数   | 个 数 | %    | 权 数   | 个 数 | %    | 权 数   | 个 数 | %    |
| 0.2   | 20  | 0.20 | 0.1   | 15  | 0.15 | 0.2   | 40  | 0.40 |
| 0.3   | 25  | 0.25 | 0.2   | 20  | 0.20 | 0.3   | 20  | 0.20 |
| 0.4   | 30  | 0.30 | 0.3   | 30  | 0.30 | 0.4   | 20  | 0.20 |
| 0.5   | 15  | 0.15 | 0.4   | 30  | 0.30 | 0.5   | 15  | 0.15 |
| 0.6   | 10  | 0.10 | 0.5   | 5   | 0.05 | 0.6   | 5   | 0.05 |

注：“%”系持某个权数的人数与总评人数之比。

从表3知，可能性的权数应为：

$$\frac{0.2 \times 0.20 + 0.3 \times 0.25 + 0.4 \times 0.30 + 0.5 \times 0.15 + 0.6 \times 0.10}{0.20 + 0.25 + 0.30 + 0.15 + 0.10} = 0.37$$

合理性与可行性的权数分配分别为0.30和0.33。

## 2、评判意见的数学处理

(1) 数学模型。设U为被评价因素的集合， $U = \{ \text{可能性, 合理性, 可行性} \}$ ，V为评语的集合， $V = \{ \text{大, 中, 小} \}$ 。R是从U到V的模糊(Fuzzy)关系， $r_{ij}$  ( $i, j = 1, 2, 3$ ) 表

示对第*i*个因素作出第*j*种评语的可能程度。就某个*i*来说， $(r_{i1}, r_{i2}, r_{i3})$ 就是V的一个模糊集，即 $V = (r_{i1}, r_{i2}, r_{i3})$ 。它表示，对第*i*个因素着眼，对评判对象所作的单因素评判。 $V_1, V_2, V_3$ 就组成了模糊矩阵 $\tilde{R}$ ，令

$$\tilde{R} = \begin{pmatrix} r_{11} & r_{12} & r_{13} \\ r_{21} & r_{22} & r_{23} \\ r_{31} & r_{32} & r_{33} \end{pmatrix}$$

对多因素的评判，出于各种原因，人们有不同的权衡，各评判对象可以表现为U的模糊

子集 $\tilde{A}$ 。U中元素u对 $\tilde{A}$ 的隶属程度 $\tilde{A}(u)$ ，即元素u被赋予的权重，一般让 $\sum_{i=1}^n \tilde{A}(u_i) = 1$ 。

本文中的三个权重分配满足这一要求，即，

$$\sum_{i=1}^3 \tilde{A}(u_i) = 0.37 + 0.30 + 0.33 = 1$$

在模糊数学中，如已给定模糊矩阵 $\tilde{R}$ ，又给定有关因素的权数分配 $\tilde{A}$ ，则可得到评判结果 $B = \tilde{A} \circ \tilde{R}$ ，式中： $\tilde{A}$ 是列向量，可看作“输入”，模糊矩阵 $\tilde{R}$ 可看作“变换器”，B则看作“输出”，三者之间的关系如下图所示：

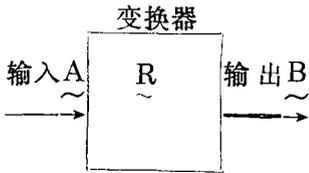


图 1、 $B = \tilde{A} \circ \tilde{R}$ 示意图

对于复杂系统还可以进行多级评判，如两阶评判模型为：

$$\tilde{B} = \tilde{A} \circ \tilde{R} = \tilde{A} \circ \begin{pmatrix} \tilde{A}_1 & \tilde{R}_1 \\ \tilde{A}_2 & \tilde{R}_2 \\ \tilde{A}_3 & \tilde{R}_3 \end{pmatrix}$$

式中： $\tilde{A}_1 \tilde{R}_1, \tilde{A}_2 \tilde{R}_2, \tilde{A}_3 \tilde{R}_3$ 是各因素分解为若干子因素后，各子因素的综合评判模型。这说明，对于复杂系统可以分解，进行逐阶评判。本例属一般情况，未进行多阶评判。

(2) 综合评判及其结果。根据以上数据和模式，5个方案的综合评判关系式为：

方案 I

$$\tilde{B}_1 = \tilde{A} \circ \tilde{R}_1$$

$$= (0.37, 0.30, 0.33) \circ \begin{pmatrix} 0.60 & 0.35 & 0.05 \\ 0.25 & 0.54 & 0.21 \\ 0.50 & 0.35 & 0.15 \end{pmatrix}$$

$$\begin{aligned}
&= [(0.37 \wedge 0.60) \vee (0.30 \wedge 0.25) \vee (0.33 \wedge 0.50), \\
&\quad (0.37 \wedge 0.35) \vee (0.30 \wedge 0.54) \vee (0.33 \wedge 0.35), \\
&\quad (0.37 \wedge 0.05) \vee (0.30 \wedge 0.21) \vee (0.33 \wedge 0.15)] \\
&= (0.37 \vee 0.25 \vee 0.33, 0.35 \vee 0.30 \vee 0.33, 0.05 \vee 0.21 \vee 0.15) \\
&= (0.37, 0.35, 0.21)
\end{aligned}$$

式中，“ $\circ$ ”，“ $\wedge$ ”，“ $\vee$ ”为逻辑运算符号，分别表示“合成”，“取小”，“取大”运算。同样方法可得，

**方案 I**

$$\widetilde{B}_2 = \widetilde{A} \circ \widetilde{R}_2$$

$$\begin{aligned}
&= (0.37, 0.30, 0.33) \circ \begin{pmatrix} 0.40 & 0.45 & 0.15 \\ 0.57 & 0.23 & 0.20 \\ 0.70 & 0.23 & 0.07 \end{pmatrix} \\
&= (0.37, 0.37, 0.15)
\end{aligned}$$

**方案 II**

$$\widetilde{B}_3 = \widetilde{A} \circ \widetilde{R}_3$$

$$\begin{aligned}
&= (0.37, 0.30, 0.33) \circ \begin{pmatrix} 0.20 & 0.35 & 0.45 \\ 0.45 & 0.34 & 0.21 \\ 0.58 & 0.12 & 0.30 \end{pmatrix} \\
&= (0.33, 0.35, 0.37)
\end{aligned}$$

**方案 IV**

$$\widetilde{B}_4 = \widetilde{A} \circ \widetilde{R}_4$$

$$\begin{aligned}
&= (0.37, 0.30, 0.33) \circ \begin{pmatrix} 0.75 & 0.10 & 0.15 \\ 0.84 & 0.10 & 0.06 \\ 0.76 & 0.24 & 0.00 \end{pmatrix} \\
&= (0.37, 0.24, 0.15)
\end{aligned}$$

**方案 V**

$$\widetilde{B}_5 = \widetilde{A} \circ \widetilde{R}_5$$

$$\begin{aligned}
&= (0.37, 0.30, 0.33) \circ \begin{pmatrix} 0.33 & 0.00 & 0.67 \\ 0.01 & 0.24 & 0.75 \\ 0.48 & 0.37 & 0.15 \end{pmatrix} \\
&= (0.33, 0.33, 0.37)
\end{aligned}$$

将 $\widetilde{B}_1$ 、 $\widetilde{B}_2$ 、 $\widetilde{B}_3$ 、 $\widetilde{B}_4$ 和 $\widetilde{B}_5$ 进行归一化处理，得到综合评判结果为：

方案 I：(0.40, 0.38, 0.22)

方案 II：(0.41, 0.41, 0.18)

方案 III：(0.31, 0.33, 0.36)

方案 IV：(0.49, 0.31, 0.20)

方案Ⅴ：(0.32, 0.32, 0.36)

以方案Ⅰ为例，说明归一化处理方法：把0.37, 0.35和0.21相加，用所得结果分别去除0.37, 0.35, 0.21，即得归一化处理结果。

其余类推。

由评判结果可知，科研人员对方案Ⅴ的评价最好，它对“大”的隶属度最高，对“中”的隶属度最小，对“小”的隶属度较小。故应选方案Ⅴ作为实施方案。

## (二) 多因子综合评判法

当科研人员根据水土流失区的实际情况、生产发展水平和社会经济情况，拟订出一套小流域综合治理规划时，为了确定该规划的可行性，就要组织有关专家和科研人员进行讨论、评判，作“软决策”。最后按照各个因子的评判结果及其重要性，做出这个方案是“可行”或“不可行”的结论。以下举实例说明。

位于陕北安塞县东南部的沿河湾乡，属典型的黄土丘陵沟壑区。这一地区侵蚀强烈，农林牧用地不合理，农业生产水平低。为了改变这一状况，我们所的科研人员，经过几年的实验、考察，提出了一套综合治理规划(U)，它包括下述因子：

$$U = \{A, B, C, D, E, F\}$$

式中：A——土地利用规划；      B——林草建设规划；      C——牲畜发展规划；  
D——农田基建规划；      E——农业生产规划；      F——多种经营规划。

对总体规划U的评判以下述方法进行：

取评语的论域V为

$$V = \{\text{很好, 较好, 一般, 较差}\}$$

请一些专家经过说明后进行评判。对于土地利用规划A，有50%的人认为“很好”，有35%的人认为“较好”，有10%的人认为“一般”，还有5%的人认为“较差”，则得A的模糊评判为

$$\tilde{A} = \{0.50, 0.35, 0.10, 0.05\};$$

同样方法，对林草建设规划B的评判为

$$\tilde{B} = \{0.57, 0.40, 0.01, 0.02\};$$

对牲畜发展规划C的评判为

$$\tilde{C} = \{0.45, 0.25, 0.25, 0.05\};$$

对农田基建规划D的评判为

$$\tilde{D} = \{0.51, 0.33, 0.14, 0.02\};$$

对农业生产规划E的评判为

$$\tilde{E} = \{0.70, 0.27, 0.03, 0\};$$

对多种经营规划F的评判为

$$\tilde{F} = \{0.55, 0.40, 0, 0.05\}.$$

这6组评判结果，可以组成一个模糊矩阵，表示为

$$\tilde{R} = \{\tilde{A}, \tilde{B}, \tilde{C}, \tilde{D}, \tilde{E}, \tilde{F}\}$$

$$= \begin{pmatrix} 0.50 & 0.35 & 0.10 & 0.05 \\ 0.57 & 0.40 & 0.01 & 0.02 \\ 0.45 & 0.25 & 0.25 & 0.05 \\ 0.51 & 0.33 & 0.14 & 0.02 \\ 0.70 & 0.27 & 0.03 & 0 \\ 0.55 & 0.40 & 0 & 0.05 \end{pmatrix}$$

上述6个规划，在沿河湾乡的水土保持综合措施总体规划中的重要性不完全相同。每个具体规划重要性的大小用权数来表示。对A、B、C、D、E、F的权数分配可依下述方法进行：

重要性大小可顺序分为6等，即0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.1表示最重要，0.6表示最不重要，由0.1到0.6重要性依次递减。设有100人参加评判，对土地利用规划A的重要性标0.1者有45人，标0.2者有28人，标0.3者有20人，标0.4者有7人。标定情况详见表4。

表4 各个规划重要性的综合意见

| 重要性 | A  | B  | C  | D  | E  | F  |
|-----|----|----|----|----|----|----|
| 0.1 | 45 | 57 | 40 | 50 | 65 | 33 |
| 0.2 | 28 | 30 | 25 | 20 | 25 | 31 |
| 0.3 | 20 | 8  | 15 | 10 | 10 | 6  |
| 0.4 | 7  | 5  | 10 | 15 |    | 10 |
| 0.5 |    |    | 5  | 5  |    | 8  |
| 0.6 |    |    | 5  |    |    | 12 |

由表4可知，对A的权数分配 $\underline{N}_A$ 为

$$\begin{aligned} \underline{N}_A &= 1 - \left( 0.1 \times \frac{45}{100} + 0.2 \times \frac{28}{100} + 0.3 \times \frac{20}{100} + 0.4 \times \frac{7}{100} \right) \\ &= 0.811 \end{aligned}$$

用同样方法可求出  $\underline{N}_B = 0.839$ ,  $\underline{N}_C = 0.77$ ,  $\underline{N}_D = 0.795$ ,  $\underline{N}_E = .855$ ,  $\underline{N}_F = 0.735$ , 即得权数分配矩阵

$$\underline{N} = (0.811, 0.839, 0.77, 0.795, 0.855, 0.735)$$

所以，科研人员对包括6个小规划的总体规划的综合评判结果为

$$\underline{Q} = \underline{N} \times \underline{R}$$

$$= (0.811, 0.839, 0.77, 0.795, 0.855, 0.735) \times$$

$$\times \begin{pmatrix} 0.50 & 0.35 & 0.10 & 0.05 \\ 0.57 & 0.40 & 0.01 & 0.02 \\ 0.45 & 0.25 & 0.25 & 0.05 \\ 0.51 & 0.33 & 0.14 & 0.02 \\ 0.70 & 0.27 & 0.03 & 0 \\ 0.55 & 0.40 & 0 & 0.05 \end{pmatrix}$$

$$= (2.64, 1.60, 0.42, 0.15)$$

结果需作归一化处理,  $2.64 + 1.60 + 0.42 + 0.15 = 4.81$ , 用4.81除各项得:

$$Q' = (0.55, 0.33, 0.09, 0.03)$$

此即综合评判结果。对该总体规划而言, 把土地利用(A)、林草建设(B)、牲畜发展(C)、农田基建(D)、农业生产(E)、多种经营(F)等同时作评价时, 评语“很好”占的比例最大, 说明这个总体规划是合理的。

### (三) 客观评判法

对于同一地区的水土流失, 各人可从不同的角度提出不同的意见或治理方案, 其中必有一至数个是比较合理、可行的。那么, 用什么标准来衡量呢?

沿河湾乡有农耕地3,322公顷, 林地679公顷, 牧地2,662公顷, 农林牧用地比例大约是5:1:4。因自然条件差, 土地利用极不合理, 每公顷作物产量多在750公斤左右, 每人平均年收入约50元。对此, 有关科研人员提出了调整农林牧结构的治理方案

$$U = \{\text{农业用地, 林业用地, 牧业用地, 治理总投资, 副业收入}\}$$

规划的具体内容见表5。为了评判出可行的方案, 首先, 用隶属函数把表5的数字作一变换。根据当地人口、粮食产量、劳动力和自然条件可推算出, 农业用地至少应有1,667公顷, 才能保证当地农民一年内的基本口粮; 考虑到税收、种子和牲畜饲料等, 农地以2,000多公顷为宜, 但若超过这一数字, 劳力等便成为限制因素。根据分析, 选定“升半—降半”分布作为隶属函数。

表5 沿河湾乡农林牧用地调整方案

| 方 案 | 农业用地(A)<br>(公顷) | 林业用地(B)<br>(公顷) | 牧业用地(H)<br>(公顷) | 治理总投资(C)<br>(万元) | 副业收入(I)<br>(万元) |
|-----|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|-----------------|
| I   | 2,000           | 1,332           | 3,331           | 58               | 25              |
| II  | 1,993           | 1,665           | 3,000           | 51               | 28              |
| III | 1,797           | 2,398           | 2,468           | 50               | 32              |
| IV  | 3,131           | 2,198           | 1,334           | 55               | 19              |

设A表示农业用地, 则

$$\mu(a) = \begin{cases} 0, & \text{当 } a \leq 1,667 \\ 1 - e^{-0.012(a-1667)}, & \text{当 } 1,667 < a < 2,000 \\ e^{-0.27 \times 10^{-4}(a-2000)}, & \text{当 } a \geq 2,000 \end{cases}$$

再设F表示林业用地面积, 取“升半梯形分布”为隶属函数,

$$\mu(f) = \begin{cases} 0, & \text{当 } f \leq 833 \\ \frac{f-833}{1,567}, & \text{当 } 833 < f < 2,400 \\ 1, & \text{当 } 2,400 \leq f \end{cases}$$

同样, 可对牧业用地(H)、治理总投资(C)、副业收入(I)分别取隶属函数如下:

$$\mu(h) = \begin{cases} \frac{1}{1 + 969 \times (h - 667)^{-1}}, & \text{当 } 667 < h < 2,967 \\ \frac{1}{1 + 3.6 \times 10^{-4} \times (h - 2967)}, & \text{当 } 2,967 \leq h \end{cases}$$

$$\mu(c) = \begin{cases} 1, & \text{当 } 0 < C \leq 47 \\ e^{-0.013 \times (C - 47)^2}, & \text{当 } c > 47 \end{cases}$$

$$\mu(i) = \begin{cases} 0, & \text{当 } i \leq 15 \\ 1 - e^{-0.008 \times (i - 15)^2}, & \text{当 } i > 15 \end{cases}$$

由以上公式，可以计算出4个方案中农业用地(A)、林业用地(F)、牧业用地(H)、治理总投资(C)和副业收入(I)的隶属函数值，详见表6。取理想方案各因素的隶属值为：

$$\mu(a') = 1.0, \mu(f') = 1.0, \mu(h') = 1.0, \mu(c') = 0.95, \mu(i') = 0.90。$$

表6 隶属值 $\mu_{ij}$  ( $i = \text{I, II, III, IV}$ ;  $j = a, f, h, c, i$ )

| 方案 \ $\mu_{ij}$ | $\mu(a)$ | $\mu(f)$ | $\mu(h)$ | $\mu(c)$ | $\mu(i)$ |
|-----------------|----------|----------|----------|----------|----------|
| I               | 1        | 0.32     | 0.88     | 0.21     | 0.45     |
| II              | 0.98     | 0.53     | 0.90     | 0.81     | 0.64     |
| III             | 0.78     | 0.99     | 0.65     | 0.89     | 0.82     |
| IV              | 0.35     | 0.87     | 0.41     | 0.44     | 0.10     |

根据“草灌先行，以草为突破口，生物、工程、耕作措施合理配置，以提高经济效益和生态效益”的原则，对农业、林业、牧业用地、总投资和副业收入这几项的权数分别取做 $N_A = 0.65$ ， $N_F = 0.80$ ， $N_H = 0.70$ ， $N_C = 0.75$ ， $N_I = 0.65$ 。权数分配方法同多因子综合评判法。各个方案的初步评判结果为

$$\underline{Q}_i = \underline{N} \times \underline{R}$$

$$= (0.65, 0.80, 0.70, 0.75, 0.65) \times \begin{matrix} \text{方案} & \text{方案} & \text{方案} & \text{方案} \\ \text{I} & \text{II} & \text{III} & \text{IV} \\ \left[ \begin{array}{cccc} 1.00 & 0.98 & 0.78 & 0.35 \\ 0.32 & 0.53 & 0.99 & 0.87 \\ 0.88 & 0.90 & 0.65 & 0.41 \\ 0.21 & 0.81 & 0.89 & 0.44 \\ 0.45 & 0.64 & 0.82 & 0.10 \end{array} \right. \end{matrix}$$

$$= (1.972, 2.7145, 2.9545, 1.6055)$$

理想方案的Q值为

$$\begin{aligned} \widetilde{Q}' &= \widetilde{N} \times \widetilde{R}' \\ &= (0.65, 0.80, 0.70, 0.75, 0.65) \times \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \\ 0.95 \\ 0.90 \end{pmatrix} \\ &= (3.4475) \end{aligned}$$

评语用每个方案的评判结果与理想方案的评判值之比，即贴度 $k$ 来表示。规定： $k \geq 0.85$ ，表示该方案最佳； $0.70 \leq k < 0.85$ ，表示该方案合理； $0.55 \leq k < 0.70$ ，表示该方案一般； $k < 0.5$ 表示这个方案较差。

$$\text{方案 I: } k_I = \frac{1.972}{3.4475} \approx 0.57;$$

$$\text{方案 II: } k_{II} = \frac{2.7145}{3.4475} \approx 0.79;$$

$$\text{方案 III: } k_{III} = \frac{2.9545}{3.4475} \approx 0.86;$$

$$\text{方案 IV: } k_{IV} = \frac{1.6055}{3.4475} \approx 0.47。$$

由此可知，III号方案最佳，II号方案合理，I号方案一般，IV号方案较差。这一评判结果是符合实际情况的。

### 三、结 语

以上所述的三种评判方法既可单独使用，也可结合使用。方法（一）和方法（二）以“软决策”为主，即评判结果主要由专家和科研人员经过讨论、分析各因素间的关系及其重要性之后，用模糊综合评判法得到。客观评判法（三）是先借助隶属函数对被评判对象作数据处理，然后进行综合评判。假设有一套小流域总体治理规划，为了确定它能否作为实施方案，可先用这一方法对总体规划内的每一单项规划作出评判。再以此为基础，用多因子综合评判法（二）评判总体规划，最后用直接评判法（一）评判总体规划实现的可能性、合理性和可行性，即可得出该规划可否被采纳的结论。

#### 参考文献

- [1] 张闻：“fuzzy数学在研究所发展方向决策中的应用”，《模糊数学》，1983年第2期第93—96页；
- [2] 汪培庄：《模糊集合论及其应用》，上海科学技术出版社。

# SOFT POLICY-MAKING USED IN PLANNING OF SOIL AND WATER CONSERVATION

*Li Zhongkui*

*Northwest Institute of Soil and Water Conservation,  
the Chinese Academy of Sciences*

## Abstract

The soft policy-making is a method that the experts determine the importance or the weight of each factor in a plan, then make comprehensive evaluation and the policy. The fundamentals of the method is comprehensive evaluation based on fuzzy maths as  $\underline{B} = \underline{A} * \underline{R}$ , here,  $\underline{R}$  is a fuzzy matrix composed by fuzzily evaluated values of each factor in the programme;  $\underline{A}$  is a rank matrix composed by weights that show the important extent of each factor;  $\underline{B}$  is the result from the evaluation,  $*$  is an operation symbol. When we evaluate several control programmes or plans of soil loss, the first thing is to have experts and research workers to estimate the possibility, rationality and feasibility of these programmes, then to choose the adoptable one through comprehensive evaluation. The evaluating of an overall plan can be done by experts and research workers in this way that the related land use programme, forest-grass construction programme, husbandry develop programme, capital construction on farmland programme, agricultural production programme, diversified economy programme and other single programmes, included in the overall plan, are evaluated and given the weights of them in the plan, the policy-making "yes" or "no" is made to the overall plan. On choosing the best one from several programmes given, at first, the membership function can be used to transform the values of the farmland area, forest-land area, land area for livestock breeding, the cost to control the soil loss and the income from sideline production into the values between 0.0~1.0, forming a fuzzy matrix for evaluation. At last, the nearness of evaluated result of each programme to that of standard programme is calculated through comparing. The greater the nearness, the better the programme.