

基于多属性评价的项目投资决策方法

吴宇蒙

(苏州科技学院 江苏苏州 215011)

【摘要】 本文根据工程项目投资决策过程的特点,提出基于有序加权平均算子(OWA)和有序加权几何平均算子(OWGA)的多属性群决策方法。案例分析表明,该方法在工程项目的投资决策应用中具有可行性。

【关键词】 多属性决策 投资决策 有序加权平均算子

工程项目的建设往往需要很大的资金支持,项目建成后通常会使用几十年甚至上百年。在资源有限的社会环境下,对项目进行投资决策之前,需要对其进行认真的评价。建设项目的评价指标有很多,包括经济性、环境影响程度、节能性、美观度、功能性等指标。为了避免决策结果过于主观武断,项目投资决策时往往需要征求多位专家的意见。因此,建设项目投资决策应该是一个多属性群决策的过程,可以借助多属性决策的相关方法来进行投资决策。

一、多属性决策方法

多属性决策问题是指决策问题中的变量是离散型的,其中的备选方案数量为有限个的决策问题。多属性决策问题的特征包括:有多个决策者,备选方案是离散的、数量有限的,每个备选方案具有多个属性,各个属性具有各自的权重,权重表示各个属性的重要程度。

1. 多属性群决策过程。在进行多属性群决策时,一般先由多个决策者对不同备选方案的各项属性打分,给出决策矩阵,再根据影响因素确定权重向量,然后利用选定的算子对群决策矩阵进行集结,得出每个可选方案的综合属性值,最后利用该值对各方案进行排序。具体步骤如下:

(1)确定备选方案集和属性集。设 $X=\{x_1, x_2, x_3, \dots, x_i\}$ 为决策问题的备选方案集, $Y=\{y_1, y_2, y_3, \dots, y_i\}$ 为决策问题相关的属性集。

(2)确定属性权重。属性权重的大小反映了该项指标在所有指标中的相对重要程度,越重要的指标对应的权重值也就越大。设 $w=\{w_1, w_2, \dots, w_j\}^T$ 为属性的权重向量,则 $w_j \in [0, 1]$,且 $\sum_{j=1}^n w_j=1$ 。权重的确定有多种方法,由于这里的权重表示各指标在建设项目总效益中的重要性程度,可以采用分配型判断构权法确定权重。

分配型判断构权法是对评价对象进行两两对比,按其重要程度确定重要性分配比例,构造判断矩阵,进行归一化处理,确定评价对象权重。具体步骤如下:

首先构造判断矩阵,对判断矩阵进行倒数化处理;然后,利用公式 $p_i=1/(\sum_{j=1}^n d_{ij}-n)$ 计算绝对权值 p_i ;再对 p_i 进行归一

化处理,得到各指标的权重。

(3)给出决策矩阵。设 $D=\{d_1, d_2, \dots, d_p\}$ 为专家(决策者)集,决策者 d_p 对第 1 个方案评价时,针对每个属性来打分,如对方案 x_1 的第 w_k 个属性的属性值可记为 $a_{pk}^{(1)}$,则决策者 d_p 对方案 x_1 的决策矩阵可记为 $A_p=(a_{pk}^{(p)})_{ij}$ 。

(4)综合评价。选定一个数学模型(或算子)将多个指标评价价值合成为一个可供比较的综合属性值。目前,常用的算子主要有:极大(Max)和极小(Min)算子、加性加权平均(AWA)算子、加权几何平均(WGA)算子、有序加权平均(OWA)算子、有序加权几何平均(OWGA)算子。这些算子各有优缺点,需要根据实际情况选择使用。

有序加权平均(OWA)算子和有序加权几何平均(OWGA)算子的特点都是把数据按从大到小的顺序重新进行排序,再进行加权集结,权重向量是根据打分的情况给出,能消除分值偏差太大带来的影响,得出的结果相对较为合理。

(5)最后,根据综合属性值的大小对方案群进行排序,择优选择。

2. 有序加权平均(OWA)算子。

设 $f:R^n \rightarrow R$, 则:

$$f(a_1, a_2, \dots, a_n) = \sum_{j=1}^n w_j b_j \tag{1}$$

其中: $w=\{w_1, w_2, \dots, w_n\}^T$ 是与 f 相关联的加权向量,其中 $w_j \in [0, 1]$, $\sum w_j=1$, 且 b_j 是一组数据 a_i 中第 j 个最大元素,则称函数 f 是 n 维有序加权平均(OWA)算子。

w_j 的确定方法有很多,为了消除决策者打分过高或过低而对决策结果造成的不良影响,这里考虑给偏差较大的数据赋予较小的权重,给接近平均值的数据赋予较大的权重,具体计算方法如下:

设 μ 为一组数据 (a_1, a_2, \dots, a_n) 的算数平均值, (b_1, b_2, \dots, b_n) 是 (a_1, a_2, \dots, a_n) 的一个置换 ($b_{j-1} \geq b_j, j=2, \dots, n$), 则第 j 个最大数据 b_j 与 μ 之间的相似度记为:

$$s(b_j, \mu) = 1 - \frac{|b_j - \mu|}{\sum_{j=1}^n |b_j - \mu|} \tag{2}$$

$$\text{权重向量 } w_j = \frac{s(b_j - \mu)}{\sum_{j=1}^n s(b_j - \mu)} \tag{3}$$

3. 有序加权几何平均(OWGA)算子。

设 $f: R^+ \rightarrow R^+$, 则:

$$f(a_1, a_2, \dots, a_n) = \prod_{j=1}^n b_j^{w_j} \quad (4)$$

其中: $w = \{w_1, w_2, \dots, w_n\}^T$ 是与 f 相关联的加权向量, 其中 $w_j \in [0, 1]$, $\sum w_j = 1$, 且 b_j 是一组数据 a_i 中第 j 个最大元素, 则称函数 f 是 n 维有序加权几何平均(OWGA)算子。其中, w_j 的确定方法同上。

二、案例分析

假设某企业面临一个投资决策, 有六个商业项目可供选择, 用 $X = \{x_1, x_2, x_3, \dots, x_6\}$ 来表示, 为了评估每个项目的社会效益和经济效益, 需要考虑以下五个方面的因素: 经济性、盈利性、功能、节能性、环保性, 以向量 $Y = \{y_1, y_2, y_3, y_4, y_5\}$ 分别表示。

邀请三位决策者进行决策打分, 他们对项目 x_i ($i = 1, 2, 3, 4, 5, 6$) 就因素 y_j ($j = 1, 2, 3, 4, 5$) 来打分, 分值范围为 $0 \sim 100$, 得出的评估矩阵如表 1~3 所示:

表 1 决策者 d_1 的决策矩阵

	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6
u_1	80	80	60	75	90	85
u_2	90	80	85	85	70	75
u_3	75	70	80	70	75	80
u_4	70	75	85	75	65	70
u_5	70	70	75	80	70	75

表 2 决策者 d_2 的决策矩阵

	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6
u_1	80	85	70	75	90	85
u_2	85	80	85	90	75	85
u_3	80	75	80	75	70	80
u_4	75	70	90	70	65	75
u_5	75	70	75	80	70	75

表 3 决策者 d_3 的决策矩阵

	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6
u_1	90	80	70	75	80	85
u_2	80	80	75	85	70	75
u_3	75	70	70	70	75	80
u_4	70	75	85	75	70	70
u_5	75	70	75	70	70	75

计算过程如下:

首先, 用分配型判断构权法确定评价指标的权重。经讨论确定, 本项目五个指标的重要程度为 $y_1 = y_2 > y_4 > y_3 = y_5$, 则得到构造判断矩阵 A :

$$A = \begin{bmatrix} 0.5 & 0.5 & 0.7 & 0.6 & 0.6 \\ 0.5 & 0.5 & 0.7 & 0.6 & 0.6 \\ 0.3 & 0.3 & 0.5 & 0.4 & 0.5 \\ 0.4 & 0.4 & 0.6 & 0.5 & 0.6 \\ 0.3 & 0.3 & 0.5 & 0.4 & 0.5 \end{bmatrix}$$

对其进行倒数化处理 and 归一化处理, 得到各指标值的权重向量 $w = \{0.28, 0.28, 0.12, 0.2, 0.12\}^T$ 。

然后, 利用有序加权平均(OWA)算子将 3 位决策者给出的决策矩阵的第 j 列的属性进行集结, 得出每位决策者对于项目 x_i 的综合属性值 $C_i^{(p)}$:

$$C_1^{(1)} = 76.5, C_2^{(1)} = 76.5, C_3^{(1)} = 73.6, C_4^{(1)} = 77.4, C_5^{(1)} = 70.4, C_6^{(1)} = 75.3, C_1^{(2)} = 78.6, C_2^{(2)} = 75.5, C_3^{(2)} = 77.5, C_4^{(2)} = 75.1, C_5^{(2)} = 72.6, C_6^{(2)} = 79.1, C_1^{(3)} = 76.6, C_2^{(3)} = 76.5, C_3^{(3)} = 74.4, C_4^{(3)} = 75.6, C_5^{(3)} = 70.9, C_6^{(3)} = 75.3。$$

再用有序加权几何平均(OWGA)算子对综合属性值 $C_i^{(p)}$ 进行集结, 得到项目 x_i 的群综合属性值 $C_i: C_1 = 76.8, C_2 = 76.3, C_3 = 74.9, C_4 = 75.9, C_5 = 68.6, C_6 = 76.6$ 。

根据 C_i 的大小对方案进行排序: $x_1 > x_6 > x_2 > x_4 > x_3 > x_5$ 。

三、结论

基于 OWA 算子和 OWGA 算子的项目投资决策方法, 考虑了项目投资决策过程中的多因素问题, 能从多个方面来综合评价各投资项目的优劣性, 进而择优选择。使用该方法时, 不是主观地确定各位决策者的权重向量, 而是通过决策者给出的决策矩阵来确定其权重向量, 对打分过低或过高的决策者赋予较小的权重, 从而使决策更为合理。

【注】本文受江苏省自然科学基金项目“基于桥梁健康监测的随机子空间模态分析和损伤识别研究”(编号: BK2007549)、建设部研究开发项目“基于桥梁养护管理系统的结构状态评估和生命周期费用分析”(编号: 2008-K2-35)资助。

主要参考文献

1. Yager R R. On ordered weighted averaging aggregation operators in multicriteria decision making. IEEE transactions on systems, Man, and Cybernetics, 1988; 18
2. Herrera F, Herrera -Viedma E, Chiclana F. Multiperson decision -making based on multiplicative preference relations. European Journal of Operational Research, 2001; 129
3. 姜向阳等. 互斥型项目投资评选新方法: 兼顾价值与效率. 财会月刊, 2010; 24