

改进的模糊一致矩阵决策方法及其应用

黄健元¹, 胡航宇²

(1.河海大学公共管理学院,江苏 南京 210098;2.河海大学理学院,江苏 南京 210098)

摘要 对基于模糊一致矩阵的决策方法目前尚存在的不足之处,如模糊优先关系矩阵的元素不能体现相应两个对象之间优劣的差异程度、满足条件 a 的最小值不容易确定、计算优度值进行单指标排序的方法有待改进等进行了分析,从模糊优先关系矩阵的构造、模糊一致矩阵的转化、排序方法等方面对基于模糊一致矩阵的决策方法进行了改进,将改进后的决策方法用于方案优选的实际问题,进行实证分析.分析结果表明,改进后的决策方法能更好地反映参评对象的实际情况.

关键词 模糊一致矩阵;决策;优选;优度值

中图分类号:O159

文献标识码:A

文章编号:1000-198X(2006)06-0721-03

针对定性指标比较多的方案优选问题,姚敏等^[1]提出基于模糊一致矩阵的决策方法,黄健元^[2]将其推广到多层次的情形,张吉军^[3]对基于定量指标数据建立的模糊一致判断矩阵进行了改进,张吉军^[4]对模糊一致判断矩阵的 3 种常用排序方法进行了比较研究,认为根据模糊一致判断矩阵元素与权重的关系式给出的排序方法较为合理.本文在上述研究的基础上,对基于模糊一致矩阵的决策方法进行了改进,并将改进后的方法用于水运投资项目的方案优选中.

1 模糊一致矩阵决策方法分析

基于模糊一致矩阵的决策方法目前尚有以下几个方面的不足:

a. 模糊优先关系矩阵的元素能够反映出相应两个对象之间的优劣,但优劣的差异程度却不能体现出来.例如,若有 3 个参评对象,它们在某个评价指标下的专家评语为“最优,优,一般”与评语为“最优,较优,最差”得到的优先关系矩阵完全相同.

b. 任何使 $0 \leq r_{ij} \leq 1$ ($i, j = 1, 2, \dots, n$),且与 i, j 无关的常数 a 均能构造一个模糊一致矩阵.当 a 取值越大, r_{ij} 的取值范围越小,从而构造出的模糊一致性判断矩阵与原判断矩阵的贴近度越差;反之,则贴近度越好.故只有当 a 取最小值时,构造出的模糊一致性判断矩阵才能最大限度地利用原判断矩阵中的判断信息,且这两个矩阵中对应元素之间的偏差也相应地减少到最低程度.显然 $2/n$ 不是满足条件的 a 的最小值,文献[5,6]取 $a = (n-1)/n$,实际上 $(n-1)/n$ 有时也不是满足条件的 a 的最小值.

c. 利用方根法计算优度值进行单指标排序的方法有待改进.文献[4]对模糊一致判断矩阵排序的方根法、按行求和归一化法、基于模糊一致判断矩阵元素与权重的关系式的排序方法进行了比较分析,对理论基础、计算复杂性、分辨率等方面的分析认为,根据模糊一致判断矩阵元素与权重的关系式给出的排序方法较为科学、可行.

2 模糊一致矩阵决策方法的改进

设有 n 个参评对象 x_i ($i = 1, 2, \dots, n$) 构成优选对象集,又有 m 个指标 u_k ($k = 1, 2, \dots, m$) 构成指标集,各指标相应的权重为 ω_k ($k = 1, 2, \dots, m$) 且满足 $\sum_{k=1}^m \omega_k = 1$,则改进后基于模糊一致矩阵的决策方法如下.

a. 建立模糊优劣程度矩阵.先请相关专家给出 n 个对象分别在 m 个指标下优劣次序的序号(以自然数表示),其中 1 为最优,序号越大,参评对象越劣,且对于优劣程度相同的对象允许给出相同的优劣次序序号;

设在指标 u_k 下,对象 x_i 的优劣次序序号为 h_i^k ($i = 1\ 2\ \dots\ ,n$) 则由 m 个指标可以建立 m 个单指标模糊优劣程度矩阵

$$F^k = (f_{ij}^k)_{n \times n} \quad (k = 1\ 2\ \dots\ ,m)$$

$$f_{ij}^k = 0.5 + \frac{0.5 \times (h_j^k - h_i^k)}{H^k - h^k}$$

式中: f_{ij}^k ——在指标 u_k 下 x_i 对 x_j 的优劣程度系数; $H^k = \bigvee_{l=1}^n h_l^k$, $h^k = \bigwedge_{l=1}^n h_l^k$.显然 f_{ij}^k 反映了 x_i 对 x_j 的优劣程度.

b. 将模糊优劣程度矩阵改造为模糊一致矩阵.取满足条件的 $a = \mathcal{X} \bigvee_{p=1}^n r_p^k - \bigwedge_{p=1}^n r_p^k \leq \mathcal{X} (n - 1)$ 将 F^k 转换成模糊一致矩阵

$$R^k = (r_{ij}^k)_{n \times n} \quad (k = 1\ 2\ \dots\ ,m)$$

其中

$$r_{ij}^k = \frac{r_i^k - r_j^k}{\mathcal{X} \bigvee_{p=1}^n r_p^k - \bigwedge_{p=1}^n r_p^k} + 0.5 \quad r_i^k = \sum_{l=1}^n f_{il}^k$$

c. 单指标计算优度值.利用文献[4]中基于模糊一致判断矩阵元素与权重的关系式排序方法,计算参评对象 x_i 在指标 u_k 下的优度值 s_i^k .

$$s_i^k = \frac{1}{n(n-1)} \left(2 \sum_{j=1}^n r_{ij}^k - 1 \right) \quad (i = 1\ 2\ \dots\ ,n)$$

将 s_i^k 按从大到小的顺序排列可得到各参评对象在单指标 u_k 下的优劣次序.

d. 计算各参评对象的综合优度值 S_i .

$$S_i = \sum_{k=1}^m \omega_k s_i^k \quad (i = 1\ 2\ \dots\ ,n)$$

按 S_i 由大到小可得到 n 个参评对象在 m 个指标下的最终优劣次序.

与文献[2]类似,容易将改进后的模糊一致矩阵决策方法推广到多层次的情况.

基于模糊一致矩阵的决策方法主要适用于定性指标较多的场合,其中上述单指标计算的优度值还可以用于指标权向量的确定、定性指标的量化等.

3 应用实例

对某水运投资项目7个工程方案^[7]进行优选,对4个分系统共13个因素进行评价,具体内容见表1.

表1 各方案评价因素指标值

Table 1 Evaluation indexes of different schemes

工程方案	经济评价分系统(0.4)			技术评价分系统(0.2)		环境影响评价分系统(0.1):			社会评价分系统(0.3)				
	经济净现值率(0.5)	敏感性分析(0.3)	投资回收期/a(0.2)	项目前期工作基础(0.4)	建设标准(航道等级)(0.6)	项目对环境影响的程度(1.0)	项目对区域水运的影响/%(0.2)	项目提高水运网的效率/%(0.2)	项目区域对项目的需求(0.1)	项目水资源综合利用能力(0.15)	项目类型(0.1)	征地、拆迁规模/%(0.1)	项目对改善综合交通的作用(0.15)
申张线	0.570	较强	10	可行性	五级	很好影响	14.4	36.7	非常需求	一般	重点项目	6.1	较大
苏申外港线	0.435	一般	9	可行性	四级	好的影响	9.8	56.6	一般需求	较高	一般项目	10.3	一般
锡北线	1.414	较弱	11	可行性	五级	较好影响	7.6	55.4	需求	一般	一般项目	12.4	一般
苏申内港线	2.350	强	10	可行性	五级	好的影响	11.3	44.2	非常需求	很高	重点项目	3.5	很大
苏浏线	0.780	较强	6	可行性	五级	较好影响	3.0	29.7	较为需求	一般	一般项目	5.1	一般
盐河	0.510	一般	12	预可行性	四级	少量不良影响	5.4	14.5	非常需求	较低	维护项目	10.4	很大
串场河	0.465	一般	14	规划报告	五级	无不良影响	1.4	4.2	一般需求	一般	一般项目	5.2	较大

注:括号内数据为相应指标的权重.

利用改进后的两层次模糊一致矩阵决策方法,经过计算得到各方案的评价结果,见表2.

从表2可以看出,用改进后的决策方法得到的综合评价结果较为合理,且各方案的综合评价总体优度值较为分散,有助于方案的优选.

表 2 各工程方案评价结果

工程方案	经济评价分 系统优越值	技术评价分 系统优越值	环境影响评价分 系统优越值	社会评价分 系统优越值	综合评价 总体优越值	综合评价 名次
申张线	0.155 2	0.128 6	0.220 2	0.173 2	0.161 8	2
苏申外港线	0.103 6	0.228 6	0.178 6	0.146 8	0.149 1	3
锡北线	0.143 0	0.128 6	0.136 9	0.132 9	0.136 5	5
苏申内港线	0.213 6	0.128 6	0.178 6	0.210 7	0.192 2	1
苏浏线	0.182 5	0.128 6	0.136 9	0.113 5	0.146 5	4
盐河	0.111 3	0.195 2	0.053 6	0.121 8	0.125 5	6
串场河	0.090 8	0.061 9	0.095 2	0.101 0	0.088 5	7

4 结 语

目前 ,基于模糊一致矩阵的决策方法在定性指标较多的综合评价中得到了广泛的应用 ,但当定性评价指标较多时 ,因素特征值的确定往往显得主观性太强 ,缺乏必要的理论基础 . 本文将基于模糊一致矩阵的决策方法进行了改进 ,应用实例表明 ,改进后的模糊一致矩阵决策方法能较好地反映优选对象在各个指标下的综合情况 ,为进一步科学决策奠定了基础 .

参考文献 :

[1] 姚敏 ,张森 . 模糊一致矩阵及其在决策分析中的应用 [J]. 系统工程理论与实践 ,1998 ,18(5) :78-81.
[2] 黄健元 . 模糊一致矩阵在多层次、多因素决策方案优选中的应用 [J]. 河海大学学报 :自然科学版 ,1999 ,27(5) :84-89.
[3] 张吉 . 建立改进的模糊一致矩阵优选气田开发方案 [J]. 天然气工业 ,2003 ,23(5) :92-94.
[4] 张吉军 . 模糊一致判断矩阵 3 种排序方法的比较研究 [J]. 系统工程与电子技术 ,2003 ,25(11) :1370-1372.
[5] 林钧昌 ,徐泽水 . 模糊 AHP 中一种新的标度法 [J]. 运筹与管理 ,1998 ,7(2) :37-40.
[6] 徐泽水 . 模糊互补判断矩阵排序的一种算法 [J]. 系统工程学报 ,2001 ,16(4) :311-314.
[7] 丰玮 ,周之豪 . 水运投资项目综合评价方法的研究 [J]. 水运工程 ,1998(7) :1-5.

Improved decision making method based on fuzzy consistent matrix and its application

HUANG Jian-yuan¹ , HU Hang-yu²

(1. College of Public Administration , Hohai University , Nanjing 210098 , China ;
2. College of Sciences , Hohai University , Nanjing 210098 , China)

Abstract :In consideration of some disadvantages in decision making method based on fuzzy consistent matrix , that the elements of fuzzy superiority relation matrix could not reflect the difference between the superiority degree of two corresponding targets , that it is difficult to determine the minimum value α satisfying the requirement , and that the methods for calculating the superiority degree and carrying out single target arrangement need to be further improved , the decision making method based on fuzzy consistent matrix is improved from the aspects of structure of fuzzy superiority relation matrix , the conversion of fuzzy consistent matrix , and the method for target arrangement . The improved method is applied to optimal selection of schemes in practical projects , and the satisfactory results are obtained .

Key words :fuzzy consistent matrix ; decision making ; optimal selection ; value of superiority degree