

文章编号:1005-0523(2003)02-0112-04

铁路建设投资方案评价中的多目标模糊决策法

龚玉芬, 范贻昌

(天津大学 管理学院, 天津 300072)

摘要:以某一铁路建设为例,采用多目标模糊决策方法对铁路建设投资方案进行评价,通过对四个方案的对比研究,确定最优方案,使其取得最优综合效益。

关键词:模糊决策;综合评价;多目标决策

中图分类号:O29

文献标识码:A

1 引言

现代决策活动中遇到的决策问题通常不是单目标,而是包括以经济利益为核心的多目标,有时甚至还包括非经济的目标.例如,在兴建水利设施、改善交通状况、拟定生产和建设计划等情况下,都要多方面综合考虑经济效益、社会效益等.近代,模糊数学的出现为人类提供了在模糊环境下进行决策的理论和方法,使得决策更加科学化.因此,多目标模糊决策越来越被广泛地应用于各方面的决策活动中,本文将以北方的某一铁路的建设投资选择作为实例,说明多目标模糊决策方法在建设投资中应用,并进行分析和评价.

2 多目标模糊决策的数学原理

设决策论域 U 是评价方案的集合 $U = \{\text{方案 } 1, \text{方案 } 2, \dots, \text{方案 } m\} = \{u_1, u_2, \dots, u_m\}$, 对所研究问题其重要影响作用的目标函数或者因素指标的集合为: $V = \{f_1, f_2, \dots, f_m\}$, 因此, 各方案的因素指标向量为: $u_j = (f_{1j}, f_{2j}, \dots, f_{mj})^T, j = 1, 2, \dots, m$, 我们把第 j 个方案的第 i 个因素指标记为 f_{ij} , 则得到 m

个方案的 n 个因素指标矩阵 F :

$$F = \begin{bmatrix} f_{11} & f_{12} & \cdots & f_{1m} \\ f_{21} & f_{22} & \cdots & f_{2m} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ f_{n1} & f_{n2} & \cdots & f_{nm} \end{bmatrix}$$

对 F 采用不同的方法进行处理,可以有以下几各决策方法.

1) 加权相对偏差距离最小法.

当第 j 个方案的第 i 个因素指标值 f_{ij} 为定量指标时,令 $\delta_{ij} = |f_{ij}^0 - f_{ij}| / (f_{i\max} - f_{i\min}), i = 1, 2, \dots, n; j = 1, 2, \dots, m$. 式中 $f_{i\max}$ 为各方案第 i 项因素指标中最大指标值,即 $f_{i\max} = \max(f_{i1}, f_{i2}, \dots, f_{im})$; $f_{i\min}$ 为各方案第 i 项因素指标中最小指标值,即 $f_{i\min} = \min(f_{i1}, f_{i2}, \dots, f_{im})$

$$f_i^0 = \begin{cases} f_{i\max}, & \text{当因素指标 } f_i \text{ 为负指标时} \\ f_{i\min}, & \text{当因素指标 } f_i \text{ 为正指标时} \end{cases}$$

当指标是指因素指标值越大方案越优的因素指标;负指标是指因素指标值越小方案越优的因素指标.我们称 δ_{ij} 为相对偏差值,称 f_{i0} 为标准值.于是, $n \times m$ 个相对偏差值 δ_{ij} , 就构成了一个模糊矩阵 Δ .

~ 设已经给出的因素重要程度模糊子集: $\tilde{A} =$

收稿日期:2002-12-14

作者简介:龚玉芬(1977-),女,汉,江西省南昌市人,天津大学在读研究生.

$(a_1, a_2, \dots, a_n)$.

$$\Delta = \begin{bmatrix} \delta_{11} & \delta_{12} & \cdots & \delta_{1m} \\ \delta_{21} & \delta_{22} & \cdots & \delta_{2m} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \delta_{n1} & \delta_{n2} & \cdots & \delta_{nm} \end{bmatrix}$$

计算各方案因素指标向量 u_j 与 m 个方案中的 n 个指标的标准值向量 $f^0 = (f_1^0, f_2^0, \dots, f_n^0)$ 之间的加

权相对偏差距离 $d_j = d_j(u_j, f^0) = \frac{1}{a} \sqrt{\sum_{i=1}^n (a_i \cdot \delta_{ij})^2}$, $j = 1, 2, \dots, m$, 式中 $a = \sum_{i=1}^n a_i / n$ 为 n 项指标权值的平均值.

我们把由 m 个方案中的 n 个因素指标的标准值向量 $f^0 = (f_1^0, f_2^0, \dots, f_n^0)$ 构成的方案, 拟定为最理想的方案. 因此, m 个评价方案中与最理想方案之间加权相对偏差距离 d_j 最小者相对应的方案 u_j 应被选为最优方案, 即当 $d_j = d_j(u_j, f^0) = \min(d_j)$, $1 \leq j \leq m$ 时, 方案 u_j 为最优方案.

2) 定量指标综合决策法.

当公式中各因素指标值 f_{ij} 为定量指标时, 令

$$r_{ij} = \begin{cases} 0.1 + (f_{i\max} - f_{ij})/d, & \text{当 } f_i \text{ 为负指标时} \\ 0.1 + (f_{ij} - f_{i\min})/d, & \text{当 } f_i \text{ 为正指标时} \end{cases}$$

式中 d 为级差值, $d = (f_{i\max} - f_{i\min}) / (1 - 0.1)$; r_{ij} 为就第 i 项因素着眼对第 j 个方案的评价值.

m 个方案的 n 个评价值得组成一个评价模糊矩阵

$$\tilde{R} = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \cdots & r_{1m} \\ r_{21} & r_{22} & \cdots & r_{2m} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{n1} & r_{n2} & \cdots & r_{nm} \end{bmatrix}$$

对已经给出的因素重要程度模糊子集: $\tilde{A} = (a_1, a_2, \dots, a_n)$ 采用加权平均模型, 对各方案进行评价:

$$\tilde{A} \circ \tilde{R} = \tilde{B} = (b_1, b_2, \dots, b_m), \text{ 其中 } b_j = \sum_{i=1}^n a_i r_{ij}, j = 1, 2, \dots, m$$

根据最大隶属度原则, 与 $b_j (j = 1, 2, \dots, m)$ 中的最大者相对应的方案为最优方案.

3) 定性指标综合决策法

当各因素指标值 f_{ij} 为定性指标时, 评定值模糊矩阵 $\tilde{R}$ 可以由专家评议确定. 可将因素指标分为 5 个等级或 9 个等级, 其中 5 个等级有两种划分法, 即 (优、良、中、差、劣) 或 (最优、优、良、中、劣); 9 个等级为 (最好、很好、好、较好、中、较差、差、很差、最

差).

对五级划分来说, 当因素指标为“优”时, 评定值为 0.9, 当因素指标为“良”时, 评定值为 0.7, 当因素指标为“中”时, 评定值为 0.5, 当因素指标为“差”时, 评定值为 0.3, 当因素指标为“劣”时, 评定值为 0.1; 当因素指标介于两个等级评定值之间时, 评定值取这两个等级评定值之间的值.

按上述方法确定的评价模糊矩阵, 记为:

$$\tilde{R} = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \cdots & r_{1m} \\ r_{21} & r_{22} & \cdots & r_{2m} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{n1} & r_{n2} & \cdots & r_{nm} \end{bmatrix}$$

对于确定的因素重要程度模糊子集: $\tilde{A} = (a_1, a_2, \dots, a_n)$; 应用加权平均模型 $M(\cdot, +)$, 对各方案进行评价的结果为: $\tilde{A} \circ \tilde{R} = \tilde{B} = (b_1, b_2, \dots, b_m)$; 最后, 按最大隶属度原则, 与 $b_j (j = 1, 2, \dots, m)$ 中的最大者相对应的方案为最优方案.

在各种方法中都要用到因素重要程度模糊子集 $\tilde{A} = (a_1, a_2, \dots, a_n)$. 因素重要性程度系数 a_i 的确定是最关键的环节之一. 针对具有不同特点的问题, a_i 值的确定方法有多种. 在实际应用中, 常用的方法有: 德尔斐法、专家调查法、判断矩阵分析法. 下面简单介绍确定因素重要程度系数的三种常用方法.

1) 德尔斐法. 也称专家评议法, 是利用专家集体智慧来确定各因素在评判问题或者决策问题中的重要程度系数的有效方法之一. 求因素重要程度系数的工作, 必须由专家来进行, 要求专家不但要有渊博的专业知识, 而且要熟悉和掌握所研究问题的全部具体情况.

2) 专家调查法. 是把在评判问题中或决策问题中所要考虑的各因素, 由调查人事先制定出表格, 然后根据研究问题的具体内容, 在本专业内聘请阅历高、专业知识丰富并且有实际工作经验的专家就各因素的重要程度发表意见, 填入调查表. 最后, 由调查人汇总, 计算出因素重要程度系数.

3) 判断矩阵分析法. 是把 m 个评价因素排成一个 m 阶段断矩阵, 专家通过对因素两两比较, 根据各因素的重要程度来确定矩阵中元素值的大小. 然后, 计算判断矩阵的最大特征值及其对应的特征向量. 这个特征向量就是所要求的元素重要程度系数 a_i 的值.

3 实例分析:铁路建设投资中的多目标模糊决策方法

1) 影响铁路建设投资的因素分析

评价铁路建设方案的指标有很多,既有定量的,也有定性的,如投资量、成本、投资回报率、环境污染、经济效益、社会效益等.经过分析论证,选择了国家税收、投资量、客运收入、成本、筹资难易、开发收益、沿线经济开发 7 个指标作为因素指标.

2) 方案初步选择

根据相关资料,初步确定了四个方案,本文将这四个方案运用模糊决策方法进行研究.

3) 确定因素重要程度模糊子集 $\tilde{A}$

本文采用德尔斐法确定因素重要程度系数,实际工作中,请 20 位专家对 7 个因素的重要性进行了打分,得出优先得分统计表如表 1 所示.

表 1 优先得分(A_j)表

因素	u_1	u_2	u_3	u_4	u_5	u_6	u_7	$\sum A_j$	a_i
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(10)	(11)
u_1	—	13	15	18	18	14	16	94	1.00
u_2	7	—	13	12	8	9	17	66	0.566
u_3	5	7	—	13	9	6	15	55	0.395
u_4	2	8	7	—	11	7	12	47	0.271
u_5	2	12	11	9	—	8	11	53	0.364
u_6	6	11	14	13	12	—	13	69	0.612
u_7	4	3	5	8	9	7	—	36	0.100

经计算,因素重要程度模糊子集为 $\tilde{A} = (1.00, 0.566, 0.395, 0.271, 0.364, 0.612, 0.100)$

4) 确定因素指标矩阵 F

从步骤 1 中选出的 7 个因素指标对各方案的主要技术指标如表 2 所示.

表 2 各方案的主要技术经济指标

指 标	方案 I	方案 II	方案 III	方案 IV
国家税收 亿元	14.078	14.771	6.823	18.442
投资量 亿元	2 116.226	2 109.452	2 351.768	1 983.727
客运收入 亿元	434.5	455.9	210.6	569.2
成本 亿元	245.5	262.9	133.8	323.0
筹资难易	1.5	1.5	1	2
开发收益	1	1.5	1	2
沿线经济开发	1	1.5	1	2

根据技术经济指标,可得出因素指标矩阵 F 为

$$F = \begin{bmatrix} 14.078 & 14.771 & 6.823 & 18.442 \\ 2116.23 & 2109.45 & 2351.77 & 1983.73 \\ 434.5 & 455.9 & 210.6 & 569.2 \\ 245.5 & 262.9 & 133.8 & 323.0 \\ 1.5 & 1.5 & 1 & 2 \\ 1 & 1.5 & 1 & 2 \\ 1 & 1.5 & 1 & 2 \end{bmatrix}$$

5) 方案评价

运用加权相对偏差距离最小法进行决策.由各方案的因素指标矩阵 F 得知,各因素指标的标准值向量为:

$$f^0 = (18.442, 1983.727, 569.2, 133.8, 1, 2, 2)$$

可得相对偏差模糊矩阵

$$\tilde{\Delta} = \begin{bmatrix} 0.376 & 0.316 & 1 & 0 \\ 0.360 & 0.342 & 1 & 0 \\ 0.376 & 0.316 & 1 & 0 \\ 0.590 & 0.682 & 0 & 1 \\ 0.5 & 0.5 & 0 & 1 \\ 1 & 0.5 & 1 & 0 \\ 1 & 0.5 & 1 & 0 \end{bmatrix}$$

根据加权相对偏差距离公式,计算可得: $d = (1.991 \quad 1.189 \quad 2.953 \quad 0.959)$

加权相对偏差距离最小法是以 d_i 最小的方案为最优,第四个方案为最优方案.

4 小结与评价

本例针对某一铁路建设方案确定问题,利用多目标模糊决策方法进行了研究,其结论与实际专家组论证的结果是吻合的.

1) 多目标模糊决策克服了传统上的一般做法,在解决问题时不仅仅考虑单一目标,而是同时考虑几个目标,特别是对于大系统问题的研究尤其如此,从而尽可能的减少了短视决策、片面决策等情况.

2) 多目标模糊决策以模糊逻辑为基础,根据目标函数值的可能范围进行模糊语言变量划分,并用相应的模糊语言变量来描述,将决策者对每个目标的期望值视为一个模糊数,通过建立各个目标函数的模糊隶属度函数,对目标函数进行集成,以得到决策者期望的最优解.

3) 多目标模糊决策以模糊逻辑为基础的模糊推理方法以规则形式表示决策者头脑中的以知识形式存储的偏好信息,并以任意的精度逼近任意连

续可微函数,从而更直接地表面决策者的偏好结构,并对各目标函数进行集成,不要求出特定形式的决策偏好函数或某种具体的交互式决策机制,从而适应比较复杂的决策偏好结构。

多目标模糊决策虽然具有一定的科学性和先进性,但是它无可避免地有着局限性;

1) 多目标模糊决策虽然综合考虑了多个目标,但是它仍然是有限个目标。

2) 多目标模糊决策虽然使用了模糊决策分析法,但评定值模糊矩阵依然要由专家评议确定。

3) 多目标模糊决策方法得到的依然是一定条件下的满意解。

综上所述,多目标模糊决策有其科学性和先进

性,在实践中有一定的实用性,但依然需要改进和完善,从而使决策更加科学化。

参考文献:

- [1] A·乔伊科奇等.多目标决策分析及其在工程和经济中的应用[M].北京:航空工业出版社,1987,1~13.
- [2] 张跃,邹寿平,宿分,等.模糊数学方法及其应用[M].北京:煤炭工业出版社,1992,213~272.
- [3] 施其洲,等.京沪高速铁路一次规划分段建成的多指标综合评价[J].系统工程理论与实践,1999(3):100~109.
- [4] 刘新旺,黄卫.一种基于模糊推理的多目标柔性决策方法[J].管理科学学报,2001,4(6):71~76.
- [5] 徐泽水.基于方案达成度和综合度的交互式多属性决策法[J].控制与决策,2002,17(4):435~438.

Multi-objective Fuzzy Decision-making Method in the Investment Project Evaluation of Railway Construction

GONG Yu-fen, FAN Yi-chang

(Tianjin University, Tianjin 330072, China)

Abstract: In this paper, multi-objective fuzzy decision-making method is applied to the investment project evaluation of railway construction. The best one is selected through the comparison of the four alternatives. And the investment will produce greater economic benefit.

Key words: fuzzy decision-making; comprehensive evaluation; multi-objective decision-making