

10

模糊决策

工程施工
模板

优选

72-76

模糊决策在选择工程施工方案中的运用

974

姚刚
(建筑工程学院) TU755.2

摘 要 以模糊数学为工具按 Blin 提出的意见集中法原理对某高层住宅外墙墙体模板施工方案优选问题进行了讨论。

关键词 模糊数学, 优选, 施工方案

中图法分类号 TU71

在我国现有生产力水平条件下进行基本建设,对工程项目进行施工方案的优选,是解决建筑施工行业已存在的产品质量低,建设周期长,工料浪费严重,企业经济效益差等问题的重要手段,也是圆满完成各项建设任务的重要保证。因此,施工方案优选已成为施工界十分关注的课题。

在施工方案的选择过程中,往往会存在着若干个施工方案,需要通过分析对比,再行取舍,实践证明,这是合理选择施工方案的一种切实而有效的方法。就目前而言,施工方案择优,大致存在着以下几种方法,定性分析法,功能评价系数法,施工方案综合评价系统,工程专家智能辅助决策系统等。这些方法对解决各自适用条件下的方案择优问题,均不失为好办法。Blin 意见集中法是一种模糊分析方法,对解决多层次多因素方案择优问题,目前在工程上已有了较成熟的运用,并取得了良好的效果。本文拟在阐述 Blin 意见集中法原理的基础上,对用该方法解决多层次多因素方案决策问题作一些探讨,并以一个工程实例加以分析。

1 Blin 意见集中法原理

设有论域 $U = \{u_1, u_2, \dots, u_n\}$, 存在一个团体 $X, |X| = m, X$ 中每个成员将 U 中元素排成线性序(或预序、偏序、线性序), 形成 m 个意见, 令 N_{ij} 表示 u_i 先于 u_j 意见数目, 即可构造一个模糊关系矩阵 R 如下:

$$\mu_R(u_i, u_j) = \frac{N_{ij}}{m}$$

令 $r_{ij} = \mu_R(u_i, u_j), R = (r_{ij})$. 显然有:

* 收稿日期: 1993-11-04

姚刚, 男, 1963年生, 讲师, 重庆建筑大学建筑工程学院(630045).

- (i) $r_{ij} = 0 \quad i = j$
 (ii) $r_{ij} + r_{ji} = 1 \quad i \neq j$

矩阵 R 为一模糊关系矩阵, 这里称之为竞赛矩阵。可以证明 R 的 1-截矩阵满足反对称性和传递性, 因而得到的是一个偏序 P 。但任一偏序都可以扩张为一个线性序。设 P 的所有线性扩张组成的集为 Φ 。在 Φ 中要找一个线性序 L^* 使得:

$$\sum_{(u_i, u_j) \in L^*} \mu_R(u_i, u_j) = \max_{L \in \Phi} \sum_{(u_i, u_j) \in L} \mu_R(u_i, u_j)$$

也即是设 $L \in \Phi$, 令 $\rho(L) = \sum_{(u_i, u_j) \in L} \mu_R(u_i, u_j)$ 表示线性序 L 与模糊关系 R 的“一致性指标”, 而 L^* 就是一致性指标最大的线性序, 即为最优线性序。

在一定条件下, 也可以取 R 的 0.5-截矩阵 $R_{0.5}$, 将其分解为两个 0-1 竞赛矩阵来进行最优线性序判断。

若不同意见的重要程度不同, 则可以对不同意见作加权处理, 设 L_1, L_2, \dots, L_m 是 m 种意见, L_i 的权重是 K_i , 当然 $\sum_{i=1}^m K_i = 1$, 构造竞赛矩阵 $R = (r_{ij})_{n \times n}$,

其中:

$$r_{ij} = \mu(u_j, u_i) = \sum_{i=1}^m K_i \mu_{L_i}(u_j, u_i)$$

$$\mu_{L_i}(u_j, u_i) = \begin{cases} 1 & \text{在 } L_i \text{ 中 } u_i \text{ 先于 } u_j \\ 0.5 & \text{在 } L_i \text{ 中 } u_i \text{ 和 } u_j \text{ 并列} \\ 0 & \text{其他} \end{cases}$$

再求出最优线性序作为集中后的序。

2 Blin 法在多层次多因素方案优选中的应用

2.1 用 Blin 法进行多层次多因素方案优选的步骤

根据 Blin 意见集中法原理, 对于几个多层次多因素方案的优选可按下述几个步骤进行。

步骤一: 将方案的因素集作 P 划分, 并记为 $U_i = \{U_{i1}, U_{i2}, \dots, U_{im}\} \quad i = 1, 2, \dots, n$ 。

步骤二: 对每个 U_i 的 r_i 个因素, 用 Blin 法进行意见集中, 得到在 U_i 下各方案的最优线性序 L_i 。 U_i 的诸因素权重分配为 $K_{i\alpha}$ 。

步骤三: 对于因素集 U , 将每个 U_i 下方案的最优线性序 L_i 再按 Blin 法进行意见集中, 得到 U 下各方案的最优线性序 L , 设 U/P 的权重分配为 K_i 。此时, 最优线性序 L 是对 U 的所有因素(二级多因素——最简单的多层次多因素)意见集中的结果。

步骤四: 从最优线性序 L 中选出最优方案作为首选实施方案。

2.2 实例分析

某高层住宅为现浇剪力墙结构体系, 对于其外墙墙体模板, 根据工程实际情况拟定了四个可行的施工方案, 即, (I) 钢管外架大模板方案, (II) 爬架大模板方案, (III) 提升模板方

案,(N)滑升模板方案。这四个方案的工程数据原始资料由文献[3]给出。详见附表。

附表

权数	大项目 (U_i)	权数	小项目(U_{ij})	方 案			
				I	II	III	IV
				原始数据	原始数据	原始数据	原始数据
0.413	工 期	0.188	模板安装(天)	8	10	6	10
		0.731	模板上升(天)	150	120	128	72
		0.081	模板拆除(天)	3.5	3.5	2.5	6
0.292	费 用	0.229	人工费(万元)	6.93	6.05	4.14	3.60
		0.106	机械台班费(万元)	2.21	1.58	1.53	1.08
		0.408	材料费(万元)	30.40	3.90	38.14	49.00
		0.151	辅助设施费(万元)	1.00	1.86	4.48	3.75
		0.106	技术措施费(万元)	0.46	0.38	0.57	5.14
0.187	与 技 术 先 进 性 与 可 靠 性	0.258	机械化程度	较差	一般	较高	高
		0.637	质量安全可靠度	较可靠	可靠	可靠	较可靠
		0.105	外架多功能性	好	好	差	差
0.108	施 工 现 场 条 件	0.119	机械供应难易程度	机械供应 可以保证	机械供应 可以保证	机械供应 难以保证	机械供应 可以保证
		0.246	材料供应 难易程度	材料供应 困难	材料供应 较好	材料供应 较好	材料供应 一般
		0.635	施工现场条件	较差	好	一般	好

由表中所提供的数据资料,用 B_{lin} 法计算于后。

(1) 从已知数据资料得到因素集 U 和 U_i 及其权重分配。

$$\begin{aligned}
 U &= \{U_1, U_2, U_3, U_4\} & \{K_{1i}\} &= \{0.188, 0.731, 0.081\} \\
 U_1 &= \{U_{11}, U_{12}, U_{13}\} & \{K_{2i}\} &= \{0.229, 0.106, 0.408, 0.151, \\
 U_2 &= \{U_{21}, U_{22}, U_{23}, U_{24}, U_{25}\} & & 0.106\} \\
 U_3 &= \{U_{31}, U_{32}, U_{33}\} & \{K_{3i}\} &= \{0.258, 0.637, 0.105\} \\
 U_4 &= \{U_{41}, U_{42}, U_{43}\} & \{K_{4i}\} &= \{0.119, 0.246, 0.635\} \\
 \{K_i\} &= \{0.413, 0.292, 0.187, 0.108\}
 \end{aligned}$$

(2) 求 U_i 下各方案的最优线性序

U_i 下四个方案的单排序

$$\begin{array}{c}
 U_{11} \quad u_3 \quad u_1 \quad \begin{array}{l} u_2 \\ u_4 \end{array} \\
 U_{12} \quad u_4 \quad u_2 \quad u_3 \quad u_1 \\
 U_{13} \quad u_3 \quad \begin{array}{l} u_1 \\ u_2 \end{array} \quad u_4
 \end{array}$$

构造竞赛矩阵 $R' = (r_{ij})_{4 \times 4}$

$$\begin{array}{ll}
 r_{11} = 0 & r_{22} = 0 \\
 r_{21} = 1 - r_{12} = 0.771 & r_{14} = 0.188 \times 1 + 0.731 \times 0 \\
 r_{31} = 0.188 \times 0 + 0.731 \times 0 & \quad + 0.081 \times 1 = 0.269 \\
 \quad + 0.081 \times 0 = 0 & r_{24} = 1 - r_{23} = 1 \\
 r_{23} = 0.188 \times 0 + 0.731 \times 0 & r_{24} = 0.188 \times 1 + 0.731 \times 0 \\
 \quad + 0.081 \times 0 = 0 & \quad + 0.081 \times 1 = 0.175 \\
 r_{31} = 1 - r_{13} = 1 & r_{32} = 1 - r_{23} = 1 \\
 r_{33} = 0 & r_{34} = 0.188 \times 1 + 0.731 \times 0 \\
 r_{41} = 1 - r_{14} = 0.731 & \quad + 0.081 \times 1 = 0.269 \\
 r_{43} = 1 - r_{34} = 0.731 & r_{42} = 1 - r_{24} = 0.825 \\
 r_{13} = 0.188 \times 1 + 0.731 \times 0 & r_{44} = 0 \\
 \quad + 0.081 \times 0.5 = 0.229 &
 \end{array}$$

$$R' = \begin{bmatrix} 0 & 0.229 & 0 & 0.269 \\ 0.771 & 0 & 0 & 0.175 \\ 1 & 1 & 0 & 0.269 \\ 0.731 & 0.825 & 0.731 & 0 \end{bmatrix}$$

$$R_{0.5} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 0 \end{bmatrix}$$

用 $R_{0.5}$ 的得分向量 $(0, 1, 2, 3)$ 排出的最优线性序为

$$L_1 = u_1, u_2, u_3, u_4$$

同理可以得出 U_2, U_3, U_4 下各方案的最优线性序分别为

$$L_2 = u_2, u_1, u_3, u_4$$

$$L_3 = u_3, u_2, u_4, u_1$$

$$L_4 = u_2, u_4, u_3, u_1$$

在 U 下利用单排序 L_1, L_2, L_3, L_4 构造竞赛矩阵 R

$$R = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0.292 & 0.292 \\ 1 & 0 & 0.813 & 0.587 \\ 0.708 & 0.187 & 0 & 0.187 \\ 0.708 & 0.413 & 0.813 & 0 \end{bmatrix}$$

得

$$R_{0.5} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}$$

用 $R_{0.5}$ 的得分向量 $(0, 3, 1, 2)$ 排了的最优线性序为 $L: u_2, u_4, u_3, u_1$.

从最优线性序 L 可知在四个可行方案中,爬架大模板方案为最优,其次为滑模方案,提模方案,钢管脚手架大模板方案最差。该结论与文献[3]结论完全一致。在文献[3]中详细地分析了高层剪力墙结构施工中所采用的几种常见模板体系的技术经济特点,在此基础上运用层次分析法建立了系统的指标体系,并建立了施工方案优选的模糊综合评判数学模型,计算出各方案的综合价值系数,从而得出了最优模板方案。Blin 意见集中法同样利用了工程施工方案决择的诸多信息,其计算比模糊综合评判更简单。该方法不仅适用于单层次多因素方案优选,在科学而准确地确定各影响因素权重前提下,Blin 意见集中法对于多层次多因素工程施工方案优选同样适用。

参 考 文 献

- 1 吴望名等.应用模糊集方法.北京师范大学出版社,1985
- 2 耿春仁等.模糊集论与管理决策.电子工业出版社,1988
- 3 姚刚.关于现浇 R. C 高层剪力墙主体结构施工方案优化的研究.硕士论文.重庆建筑工程学院,1993,7

(编辑:徐维森)

APPLICATION OF A FUZZY DECISION IN THE SELECTION OF ENGINEERING CONSTRUCTION SCHEME

Yao Gang

(Faculty of Architecture and Engineering)

ABSTRACT This paper analyses the construction scheme alternative of form systems of high-rise dwelling wall with fuzzy mathematics method. This idea, concentration method is put forward by Blin and it corresponds with engineering facts.

KEY WORDS fuzzy mathematics, optimal engineering, construction scheme