

# 钢筋混凝土高层剪力墙主体结构 施工方案的优选

姚 刚

(建筑工程学院)

**摘 要** 依靠施工方案优选的模糊综合评判数学模型,以自编计算机程序作为计算手段,计算出各方案的综合评价系数,从而得到最优解,并提出了对该最优解作可靠性分析的方法。

**关键词** 指标体系,层次分析法,模糊综合评判

**中图分类号** TU12

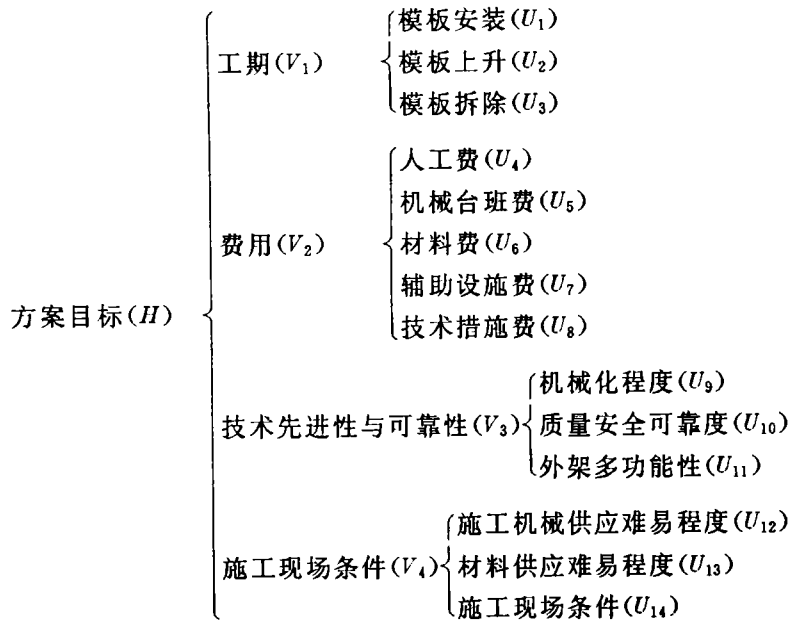
目前,在全国的高层建筑中,钢筋混凝土高层剪力墙房屋占有很大的比重,并且,随着经济的发展和人民生活水平的提高,这类房屋还将大量修建。如何利用已建房屋的成功经验,为建筑施工方案提供更科学的决策方法,更好地指导待建工程的建设,这是摆在施工界的一个重要课题。本文旨在从分析钢筋混凝土高层剪力墙主体结构施工模板方案出发,考虑诸多因素对施工方案的影响及其规律性,并以现代管理知识为依据,按层次分析的方法,将各影响因素作科学的分析,得到各影响因素的相对权重,并利用模糊综合评判的数学模型对施工方案作出优选。并用一个工程实例加以分析。

## 1 指标体系的建立

建筑施工是一项影响因素众多的实践活动,涉及到的内容非常广泛,要使这些看似杂乱无章的影响因素规范化、秩序化,以便人们对方案进行较准确的决策和技术经济评价,用层次分析法建立指标体系显得非常重要。对于钢筋混凝土高层剪力墙主体结构施工模板方案来说,影响因素很多,在分析方案时并不是把这众多影响因素均一一罗列,特别是在进行经济分析时,由于工程统计资料和计算手段的局限性,更不可能对所有影响因素都做出统计和计算,这样会给我们的分析工作带来困难。实际上,我们只需对一些主要影响因素作出分析和判断,便能作出合理的选择,所以,根据大量的工程实例分析,对于钢筋混凝土高层剪力墙主体结构施工模板方案优选来讲,其指标体系可以用下图来反映。

\* 收稿日期:1994-10-28

姚 刚,男,1963年生,讲师,重庆建筑大学建筑工程学院(630045)



## 2 确定各指标的权重

表 1 判断矩阵的一般形式

$T$	$u_1$	$u_2$	...	$u_n$
$u_1$	$t_{11}$	$t_{12}$	...	$t_{1n}$
$u_2$	$t_{21}$	$t_{22}$	...	$t_{2n}$
≡	≡	≡	≡	≡
$u_n$	$t_{n1}$	$t_{n2}$	...	$t_{nn}$

表 2 重要性标度表

标度	定义	包含内容
1	同等重要	两个元素对同一准则同等重要
3	稍微重要	一元素对某一准则较之另一元素稍微重要
5	明显重要	一元素对某一准则较之另一元素明显重要
7	重要得多	一元素较另一元素的主导地位已显示出来
9	极端重要	一元素较另一元素的主导地位是绝对的
2, 4, 6, 8	两个相邻判断折中	表示需要在两个判断之间折中时的定量标度
上列各数倒数	反比较	元素 $i$ 与元素 $j$ 相比较, 其判断按上列标度定为 $b$ ; 若 $j$ 与 $i$ 比较, 必有判断标度 $1/b$ .

在建立层次分析模型后, 上下层元素之间的关系就被确定了。假定某上一层的元素对下

一层的几个元素有支配关系,我们的目的是把上层元素视为准则,求出该准则下所支配各元素的相对权重。这里,采用模糊权重分析法来求相对权重,模糊权重分析法所用的是两两比较建立相应的判断矩阵。判断矩阵的一般形式见表1。

当然,要将二元比较以数量形式表示出来,便存在判断标准问题,这里采用 *L·A·Satty* 建议的1—9级判断标准。见表2。

判断标准确定后,判断矩阵也就随之建立了,求解此判断矩阵,即可得到相对权重。目前,求判断矩阵最简便的方法是方根法。其计算步骤为:

- 1) 计算判断矩阵中各行元素的积  $T_i$
- 2) 计算  $T_i$  的  $n$  次方根  $\beta_i$ ,  $n$  为相对比较元素的数目。

$$\beta_i = \sqrt[n]{T_i}$$

- 3) 得向量  $\beta$

$$\beta = [\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_n]^T$$

- 4) 对向量  $\beta_i$  用归一化处理,得  $\alpha_i$

$$\alpha_i = \beta_i / \sum \beta_i$$

5) 向量  $\alpha = [\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n]$  即是所求的特征向量,几个分向量  $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n$ , 分别表示各元素对准则的相对权重。

- 6) 对判断矩阵作一致性检验

先根据判断矩阵  $T$  作一个 0—1 矩阵  $T'$ ,  $T' = (t'_{ij})$  且

$$t'_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{若 } t_{ij} \geq 1 \\ 0 & \text{若 } t_{ij} < 1 \end{cases}$$

当  $T' \cdot T' \leq T$  时,则  $T$  具有判断一致性。否则判断不合理,应重新确定判断矩阵,再行计算直至具有判断一致性。

根据上述模糊权重分析理论,则可求出模板方案中各层元素的相对权重  $\lambda$ ,其具体过程如下。

- 1) 确定方案目标层( $II$ )的权重。因为方案目标层的元素只有一个,其相对权重  $\lambda$  显然为 1。
- 2) 确定第二层元素  $V_1, V_2, V_3, V_4$  的相对权重  $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \lambda_4$ 。其计算值见表3。

表3 第二层元素的相对权重

$V$	$V_1$	$V_2$	$V_3$	$V_4$	$T_i$	$\beta_i$	$\lambda_i = \alpha_i$	$T' \cdot T'$
$V_1$	1	2	2	3	12	1.861	0.413	$T'$
$V_2$	1/2	1	2	3	3	1.316	0.292	$T'$
$V_3$	1/2	1/2	1	2	1/2	0.814	0.187	$T'$
$V_4$	1/3	1/3	1/2	1	1/18	0.485	0.108	$T'$

- 3) 确定第三层中各元素的权重

(1) 在工期分目标  $V_1$  下,子目标  $U_1, U_2, U_3$  的权重  $\lambda_{11}, \lambda_{12}, \lambda_{13}$ , 其计算值见表4。

表 4 工期分目标下子目标权重

$U$	$U_1$	$U_2$	$U_3$	$T_i$	$\beta_i$	$\lambda_{1i} = \alpha_i$	$T' \cdot T'$
$U_1$	1	1/5	3	3/5	0.843	0.188	$T''$
$U_2$	5	1	7	35	3.27	0.371	$T'$
$U_3$	1/3	1/7	1	1/21	0.362	0.081	$T''$

(2) 在费用分目标  $V_2$  下,子目标  $U_4, U_5, U_6, U_7, U_8$  的权重  $\lambda_{21}, \lambda_{22}, \lambda_{23}, \lambda_{24}, \lambda_{25}$ . 其计算值见表 5。

(3) 在技术先进性与可靠性分目标  $V_3$  下,子目标  $U_9, U_{10}, U_{11}$  的权重  $\lambda_{31}, \lambda_{32}, \lambda_{33}$ , 其计算值见表 6。

(4) 在施工现场条件分目标  $V_4$  下,子目标  $U_{12}, U_{13}, U_{14}$  的权重  $\lambda_{41}, \lambda_{42}, \lambda_{43}$ . 其计算值见表 7。

表 5 费用分目标下子目标权重

$U$	$U_4$	$U_5$	$U_6$	$U_7$	$U_8$	$T_i$	$\beta_i$	$\lambda_{2i} = \alpha_i$	$T' \cdot T'$
$U_4$	1	3	1/6	4	2	4	1.32	0.229	$T''$
$U_5$	1/3	1	1/2	1/2	1	1/12	0.608	0.106	$T''$
$U_6$	6	2	1	2	3	72	2.352	0.406	$T'$
$U_7$	1/4	2	1/2	1	2	1/2	0.871	0.151	$T''$
$U_8$	1/2	1	1/3	1/2	1	1/12	0.608	0.106	$T''$

表 6 技术先进与可靠性分目标下子目标权重

$U$	$U_9$	$U_{10}$	$U_{11}$	$T_i$	$\beta_i$	$\lambda_{3i} = \alpha_i$	$T' \cdot T'$
$U_9$	1	1/3	3	1	1	0.258	$T''$
$U_{10}$	3	1	5	15	2.466	0.637	$T'$
$U_{11}$	1/3	1/5	1	1/15	0.405	0.105	$T''$

表 7 施工现场条件分目标下子目标权重

$U$	$U_{12}$	$U_{13}$	$U_{14}$	$T_i$	$\beta_i$	$\lambda_{4i} = \alpha_i$	$T' \cdot T'$
$U_{12}$	1	1/2	1/5	1/10	0.464	0.119	$T''$
$U_{13}$	2	1	1/3	2/3	0.956	0.246	$T'$
$U_{14}$	5	3	1	15	2.466	0.635	$T'$

### 3 几个施工方案多层次模糊综合评判方法

### 3.1 模糊综合评判的数学模型

设有因素集合为  $U = \{u_1, u_2, \dots, u_m\}$ , 评语集合为  $V = \{v_1, v_2, \dots, v_n\}$ , 则因素论域与评语论域之间的模糊关系可用下述矩阵来表示:

$$\tilde{R} = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \dots & r_{1n} \\ r_{21} & r_{22} & \dots & r_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ r_{m1} & r_{m2} & \dots & r_{mn} \end{bmatrix}$$

来表示, 其中

$$r_{ij} = \mu_{\tilde{R}}(u_i, v_j), \quad (0 \leq r_{ij} \leq 1)$$

表示  $r_{ij}$  是因  $u_i$  的评价对等级  $v_j$  的隶属度。

又设因素论域  $U$  上的等级模糊子集为

$$\tilde{A} = \frac{a_1}{u_1} + \frac{a_2}{u_2} + \dots + \frac{a_m}{u_m} \quad (0 \leq a_i \leq 1)$$

其中  $a_i$  为  $u_i$  对  $\tilde{A}$  的隶属度。

又设评语论域  $V$  上的等级模糊子集为

$$\tilde{B} = \frac{b_1}{v_1} + \frac{b_2}{v_2} + \dots + \frac{b_n}{v_n} \quad (0 \leq b_j \leq 1)$$

式中  $b_j$  为等级  $v_j$  对综合评定所得模糊子集  $\tilde{B}$  的隶属度。

模糊子集  $\tilde{A}$  和  $\tilde{B}$  可简化表示为模糊向量

$$\tilde{A} = [a_1 \ a_2 \ \dots \ a_m] \quad \tilde{B} = [b_1 \ b_2 \ \dots \ b_n]$$

当模糊向量  $\tilde{A}$  和模糊关系矩阵  $\tilde{R}$  为已知时, 即可进行综合评判, 其运算可写成如下形式:

$$\tilde{B} = \tilde{A} \cdot \tilde{R}$$

或

$$[b_1 \ b_2 \ \dots \ b_n] = [a_1 \ a_2 \ \dots \ a_m] \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \dots & r_{1n} \\ r_{21} & r_{22} & \dots & r_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ r_{m1} & r_{m2} & \dots & r_{mn} \end{bmatrix}$$

在广义模糊运算下  $\tilde{B}$  的各元素为

$$b_j = (a_1 \overset{\cdot}{*} r_{1j}) \overset{+}{*} (a_2 \overset{\cdot}{*} r_{2j}) \overset{+}{*} \dots \overset{+}{*} (a_m \overset{\cdot}{*} r_{mj}) \quad (j = 1, 2, \dots, n)$$

简记为模型  $M(\overset{\cdot}{*}, \overset{+}{*})$ , 其中  $\overset{\cdot}{*}$  为广义模糊“与”运算,  $\overset{+}{*}$  为广义模糊“或”运算。广义模糊运算原则上有无穷多种, 这里采用四种具体计算模型。

模型 I  $M(\wedge, \vee)$  用  $\wedge$  代替  $\overset{\cdot}{*}$ ,  $\vee$  代替  $\overset{+}{*}$

$$b_j = \bigvee_{i=1}^m (a_i \wedge r_{ij})$$

式中  $\wedge$  和  $\vee$  分别为取小各取大运算, 即

$$b_j = \max[\min(a_1, r_{1j}), \min(a_2, r_{2j}), \dots, \min(a_m, r_{mj})]$$

模型 II  $M(\cdot, \vee)$  用  $\cdot$  代替  $\overset{\cdot}{*}$ ,  $\vee$  代替  $\overset{+}{*}$ :

$$b_j = \bigvee_{i=1}^m a_i r_{ij}$$

式中用  $\cdot$  代替普通实数乘法, 即  $b_j = \max[a_1 r_{1j}, a_2 r_{2j}, \dots, a_m r_{mj}]$

模型 III  $M(\cdot, \oplus)$  用  $\cdot$  代替  $*$ ,  $\oplus$  代替  $+$ :

$$b_j = \sum_{i=1}^m a_i r_{ij}$$

这里  $a \oplus \beta = \min(1, a + \beta)$  为有上界 1 求和,  $\sum_{i=1}^m$  为对  $m$  个数在  $\oplus$  运算下求和, 即  $b_j$

$$= \min\{1, \sum_{i=1}^m a_i r_{ij}\}$$

模型 IV  $M(\wedge, \oplus)$  用  $\wedge$  代替  $*$ ,  $\oplus$  代替  $+$ :

$$b_j = \sum_{i=1}^m a_i \wedge r_{ij}$$

即  $b_j = \min\{1, \sum_{i=1}^m \min(a_i, r_{ij})\}$

### 3.2 评语集递属度的确定

在模板施工方案各影响因素中, 有一部分可以定量描述, 如工期, 费用等指标。但技术先进性与可靠性、施工现场条件等指标却只能定性描述。为了分析问题方便, 同时也与模糊综合评判的理论相适应, 使这些定量或定性问题有一个统一的衡量标准, 通常采用给各因素进行专家评语的方法, 即用隶属度的方式对评语加以等级描述, 从而获得对各指标描述的一致性。这里将决择集  $U$  分为 7 个等级, 即

$$U = \{-3, -2, -1, 0, 1, 2, 3\}$$

从而评语集  $V$  则由语言描述的强弱分为 7 级, 由实践经验和推理得到一个从评语集  $V$  到决择集  $U$  的映射, 见表 8。

表 8 从评语集  $V$  到决择集  $U$  的 Fuzzy 映射

V				U							语言描述
技术先 进性与 可靠性	施工 现场 条件	工 期	费 用	-3	-2	-1	0	1	2	3	
很好	很好	很短	很小	0	0	0	0	0	0.33	0.67	很大程度上属于 3 级
好	好	短	小	0	0	0	0	0.25	0.50	0.25	很大程度上属于 2 级
较好	较好	较短	较小	0	0	0	0.25	0.50	0.25	0	很大程度上属于 1 级
一般	一般	一般	一般	0	0	0.25	0.50	0.25	0	0	很大程度上属于 0 级
较差	较差	较长	较大	0	0.25	0.50	0.25	0	0	0	很大程度上属于 -1 级
差	差	长	大	0.25	0.50	0.25	0	0	0	0	很大程度上属于 -2 级
很差	很差	很长	很大	0.67	0.33	0	0	0	0	0	很大程度上属于 -3 级

将上述 Fuzzy 映射  $R_i$  的全体向量并列起来得到一矩阵:

$$R_i = [r_{ij}] \quad (i = 1, 2, \dots, n, j = 1, 2, \dots, m)$$

通常将矩阵  $R_i$  称为综合评判的变换矩阵。

### 3.3 几个施工方案多层次模糊综合评判方法

为了更清楚地表述多方案的多层次模糊综合评判理论,并使人们易于理解、掌握,这里将其实际应用人为地划分为下面几个步骤,为综合评判理论的使用提供了科学的方法。

步骤 1 对某一方案因素集  $V$  划分  $P$ ,并记为  $V_i = \{v_{i1}, v_{i2}, \dots, v_{im}\} i = 1, 2, \dots, n$ ,并将每个  $V_i$  的  $K_i$  个因素,设  $V_i$  的诸因素权数分配为  $A_i$ ,  $V_i$  的综合评判的变换矩阵为  $R_i$ ,可按下述初始模型作综合评判。

$$A_i \circ R_i = B_i = (b_{i1}, b_{i2}, \dots, b_{im}) \quad i = 1, 2, \dots, n$$

步骤 2  $V_i$  的综合评判结果是  $B_i, B_i \subset U$ ,

设  $V/P$  的权数分配为  $A$ ,总的评价矩阵为

$$R = \begin{bmatrix} B_1 \\ B_2 \\ \vdots \\ B_n \end{bmatrix} = (b_{ij})_{n \times m}$$

则

$$B_{\text{总}} = A \circ R = A \circ \begin{bmatrix} A_1 \circ R_1 \\ A_2 \circ R_2 \\ \dots \\ A_n \circ R_n \end{bmatrix}$$

$A \circ R$  与  $A_i \circ R_i$  计算则先用 3.1 节所示的四种模型,即  $M(\wedge, V), M(\cdot, V), M(\cdot, \oplus), M(\wedge, \oplus)$  来进行。

步骤 3 实际上用  $B_{\text{总}}$  已能用来进行综合评判,为了使各方案综合评价值的优劣程度易于区分,这里用  $W = B_{\text{总}} \cdot C^T, C^T$  为等级矩阵  $C = (-3, -2, -1, 0, 1, 2, 3)$  的转置矩阵。

步骤 4 对每个方案重复 1~3 步骤,计算出综合价值  $W$ 。选出  $W$  值为最大者,作为实施方案。

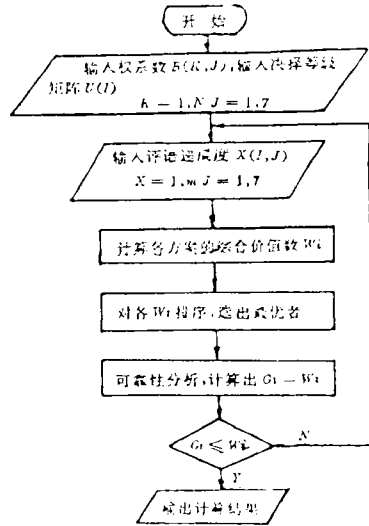
介于上述计算很繁琐,编写了计算机程序,该程序的框图如下:

### 3.4 模糊综合评判数学模型最优解的可靠性分析

利用模糊综合评判数学模型对施工方案进行优选,这一方法是可行的,但亦存在着明显的缺陷。因为,尽管有比较符合工程实际的基础资料可以帮助人们进行推理评语,它仍具有不完善性。由于目前在全国范围乃至某一地区尚未建立工程施工数据库,人们无法获得待选方案各目标的统计平均值,而只能采用各目标间的相互比较来认识,这使得判断推理评语难免出现偏差。因此,必须对该数学模型所求得的最优解的可靠性加以分析。

本文建议采用如下方法来加以分析:

步骤 I 将最优方案以外的其他方案的各项经验或推理评语提高一个等级(若原为最高



程序框图

级则不变) 或对其中一部分不易把握的指标评语提高一个等级尺度, 并计算新的综合价值数

步骤 II 比较原最优方案的综合价值系数与其他方案的新综合价值系数的大小, 若原方案综合价值系数仍为最大, 则原评语偏差小, 具有判断一致性, 原最优方案即为实施方案。若原最优方案的综合价值系数比某一个或某几个方案的新综合价值系数小, 则需以原有基础资料为依据, 重新对各方案的各目标进行评语。

步骤 III 在新评语基础上, 通过计算选一个新的最优方案, 重复步骤 I, II, 进行最优解的可靠性分析, 如此循环多次, 最终总能找出一个最优的方案作为实施方案。

## 4 实例分析

某高层住宅为现浇钢筋砼剪力墙结构体系, 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, (IV) 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。详见表 9。

表 9 各方案的工程数据及原始资料

权数	大项目 ( $U_i$ )	权数	小项目 ( $U_j$ )	方 案			
				I	II	III	IV
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
0.817	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	机械供应	机械供应	机械供应	机械供应
			难易程度	可以保证	可以保证	难以保证	可以保证
			材料供应	材料供应	材料供应	材料供应	材料供应
		0.246	难易程度	困难	较好	较好	一般
		0.635	施工现场条件	较差	好	一般	好

各方案中各项技术经济指标的经验或推理评语, 一般应以所有同类型工程的统计平均值作为评语标准。但是, 由于目前整个建筑业对这些项目缺乏统一完整的资料收集工作, 所以, 要得出统计平均值非常困难, 因此, 本文建议采用拟选方案间各相同项目相互比较来得出其相对评语值, 这样亦可得出比较正确的结果。

各方案的各项技术经济资料的经验或推理评语如下:



方案 I :

- (1) 较长 (2) 较长 (3) 一般 (4) 大 (5) 较大 (6) 一般 (7) 很小  
(8) 较大 (9) 较差 (10) 较好 (11) 好 (12) 好 (13) 较差 (14) 较差

方案 II :

- (1) 一般 (2) 短 (3) 一般 (4) 较大 (5) 一般 (6) 很小 (7) 小  
(8) 一般 (9) 较好 (10) 较好 (11) 好 (12) 好 (13) 好 (14) 较差

方案 III :

- (1) 较短 (2) 较短 (3) 较短 (4) 一般 (5) 一般 (6) 大 (7) 很大  
(8) 较小 (9) 好 (10) 好 (11) 差 (12) 较好 (13) 较好 (14) 一般

方案 IV :

- (1) 较长 (2) 很短 (3) 较长 (4) 较小 (5) 较小 (6) 很大 (7) 大  
(8) 较大 (9) 好 (10) 好 (11) 差 (12) 好 (13) 一般 (14) 好

将上述四个方案的经验或推理评语用表 8 所给出的评语递属度加以替换后用计算机程序进行计算,表 10 为各方案用四种模糊综合评判计算出的价值系数及价值系数。

表 10 模糊综合评判价值系数表

计算模型	方 案			
	I	II	III	IV
$M(\wedge, V)$	-0.523	1.265	0.110	0.480
$M(\wedge, \oplus)$	-1.077	3.922	0.699	1.389
$M(\cdot, \oplus)$	-0.417	1.160	0.423	0.876
$M(\cdot, V)$	-0.144	0.548	0.153	0.483
$W_i$	-2.161	6.895	1.165	3.227

表 11

计算模型	方 案			
	I	II	III	IV
$M(\wedge, V)$	0.645	1.265	0.581	0.544
$M(\wedge, \oplus)$	2.216	3.922	3.611	3.293
$M(\cdot, \oplus)$	0.520	1.160	1.353	1.453
$M(\cdot, V)$	0.175	0.548	0.465	0.587
$G_i$	3.556	6.397	6.010	5.877

显然,从表  $W_i$  值可以看出,方案 II 及爬架大模板方案最优。

为了对最优方案的可靠性加以判定,这里采用将方案 I、III、IV 的各目标的经验或推理

评语提高一级(原推理评语中的“很好”、“很短”、“很小”保持不变),重新计算,其结果见表 11。

从表 11 可知,方案 I 的综合价值系数仍为最大,说明原评语推理判断具有一致性,所以爬架大模板方案为最优方案。

## 5 结束语

建筑施工是一项综合性极强的系统工程,而施工方案的选择在整个施工过程中占有重要的地位,它直接影响到工程的进度,质量和成本。特别是现在高层建筑越来越多,工程耗资巨大,如何科学合理地对施工方案进行优选,选择最优的实施方案,以最小的劳动消耗获取最大的经济效益,已成为施工界十分关注的课题,本文以钢筋砼高层剪力墙主体结构施工模板方案为研究对象,用层次分析法原理提出了指标体系,用权重分析法确定了各指标的权重系数。以此为基础,建立模糊综合评判数学模型,再用计算机求解。通过实际算例分析,此数学模型有成熟的数学理论为依据,具有综合性强,对定量、定性指标均能作处理,计算方法简便,其结果符合工程实际。本文还提出了对该数学模型最优解作可靠性分析的方法,使得该模型具有较好的实用价值。

### 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 王光远. 论综合评判几种数学模型的实质及应用. 模糊数学, 1984. 4
- 3 姚刚. 关于现浇钢筋砼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: 刘家凯)

## OPTIMAL SELECTION OF CONSTRUCTION SCHEME OF THE MAIN BUILDING IN HIGH-RISE REINFORCED CONCRETE SHEAR-WALL STRUCTURE

*Yao Gang*

(Faculty of civil Engineering)

**ABSTRACT** Relying on the mathematical model of fuzzy comprehensive estimation of construction scheme optimization, comprehensive evaluation coefficient of every scheme can be figured out with the author's computer program in order to get optimal solution. This paper presents the method of doing reliability analysis to optimal solution.

**KEY WORDS** index system, layer analysis method, fuzzy comprehensive estimation