

监理单位项目控制水平综合评价

于福华, 贺昱曜, 樊小红

YU Fu-hua, HE Yu-yao, FAN Xiao-hong

长安大学 电子与控制工程学院, 西安 710064

Electronic and Control Engineering College, Chang'an University, Xi'an 710064, China

E-mail: yufh@qq.com

YU Fu-hua, HE Yu-yao, FAN Xiao-hong. Comprehensive evaluation on project control level of supervision units. Computer Engineering and Applications, 2009, 45(33): 233-235.

Abstract: Through the analysis of the different weight calculation methods, an optimization method is put forward. With the broad distance definition and the minimum variance, it determines the expert weight according to the error ratio. Integrating the initial index weight and expert weight, the overall index weight is determined, and the result comes out by comprehensive evaluation with fuzzy mathematics. An evaluation example on supervision project control level, through weight optimization method compared with the traditional calculation method, the optimization weight evaluation results more in line with the actual situation.

Key words: project control level; comprehensive evaluation; weight optimization; fuzzy mathematics

摘要: 在分析各种评价过程中权重计算方法基础上, 提出了对评价指标权重的优化计算。采用最小方差理论, 按照误差比进行确定专家权重, 并将指标的原始权重向量与专家权重向量综合优化得到指标优化权重, 然后运用模糊数学理论进行多层次综合评价。文中对陕西某监理单位项目控制水平进行实例评价, 权重优化计算与传统权重计算进行比较分析, 效果良好。

关键词: 项目控制水平; 综合评价; 权重优化; 模糊数学

DOI: 10.3778/j.issn.1002-8331.2009.33.072 文章编号: 1002-8331(2009)33-0233-03 文献标识码: A 中图分类号: U415.1

1 前言

随着监理制度的不断完善和发展, 对监理单位项目控制水平的评价越来越受到重视^[1-4]。评价过程中, 各级指标的权重取值是评价的关键, 权重取值关系到评价结果的准确性。文献[5-7]中采用 DELPHI 专家咨询法确定权重进行模糊多层次评价, 不足之处是 DELPHI 法的主观性偏强, 不同的专家组合对评价结果影响较大; 文献[8]中对定量指标和定性指标的统一化处理, 但未对各指标权重进行分析; 文献[9]中采用模糊综合评价, 优点是采用 AHP 法进行权重计算并对判断矩阵进行了一致性检验, 不足之处是对每位专家赋予相同的权重, 不能对专家水平进行区别。

利用 AHP 的逻辑性强的优点并克服上述方法的不足, 提出了基于最小方差的改进 AHP 法进行指标权重优化计算方法。该方法根据传统的 AHP 法计算得到专家给出的某指标原始权重矩阵, 通过最小方差理论得到理论的最优权重向量; 将某位专家所给出的该指标原始权重向量与最优权重向量进行误差计算; 按照每位专家的误差比确定每位专家的专家权重; 将指标原始权重矩阵与专家权重进行综合, 得到最终的该指标优化权重向量。通过改进 AHP 法得到指标的优化权重后, 采用模糊数学进行多层次模糊综合评价, 完成对监理单位项目控制

水平模糊综合评价。

2 传统的 AHP 权重计算

模糊评价过程中, 首先要确定各指标的权重; 然后将评价指标的评分值进行统一化处理后得到隶属矩阵; 最后进行模糊综合评价计算得到评价结果。

将评价体系分为目标层 A 、准则层 B_k (k 为准则层个数) 和以 B_k 为准则的指标层 C_{kn} (n 为 B_k 准则下指标的个数)。评价等级 V 分为四级 $V = \{v_1, v_2, v_3, v_4\} = \{\text{优}, \text{良}, \text{中}, \text{差}\}$ 。利用梯度比较得到准则 B_k 下的判断矩阵 $C_k = (c_{ij})_{n \times n}$, 其中 $c_{ij} > 0$, $c_{ij} = 1/c_{ji}$, $c_{ii} = 1$ 。

经过分析比较^[10-11]采用特征值法求得每位专家给出的各指标的权重并进行一致性检验。

计算第 p 位专家评估的指标原始权重向量 $W_p = (w_{p1}, w_{p2}, \dots, w_{pn})^T$

$$W_p = \frac{\left(\prod_{j=1}^n c_{ij}\right)^{\frac{1}{n}}}{\sum_{i=1}^n \left(\prod_{j=1}^n c_{ij}\right)^{\frac{1}{n}}} \quad (1)$$

计算 C_k 的最大特征值 λ_{\max} 进行一致性检验

基金项目: 教育部特殊地区公路工程重点实验室资助项目 (No. KLP200501)。

作者简介: 于福华 (1976-), 女, 工程师, 博士, 主要研究交通管理与控制; 贺昱曜 (1956-), 男, 教授, 博导, 主要研究交通管理与控制; 樊小红 (1971-), 女, 助教, 博士, 主要研究交通管理与控制。

收稿日期: 2009-03-05 修回日期: 2009-04-14

$$\lambda_{\max} = \sum_{i=1}^n \left(\frac{C_k W_p}{n W_{pi}} \right) \quad (2)$$

随机一致性比率 $CR = \frac{\lambda_{\max} - n}{(n-1) \times RI}$, n 是 C_k 的阶数, RI 根据 n 取值, 当 $CR < 0.1$ 认为判断矩阵 C_k 一致性满足要求, 否则重新调整判断矩阵中的元素, 直至满足一致性要求。

由 m 位专家对同一层次的 n 个指标进行评估, 得到专家给出的指标原始权重矩阵:

$$W_s = (W_p)_{m \times n} = \begin{bmatrix} w_{11} & w_{12} & \cdots & w_{1n} \\ w_{21} & w_{22} & \cdots & w_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ w_{m1} & w_{m2} & \cdots & w_{mn} \end{bmatrix}, \text{其中 } 0 < w_{ij} < 1, \sum_{j=1}^n w_{pj} = 1 \quad (3)$$

传统的 AHP 法进行权重计算时, 就将满足一致性的权重向量进行平均计算作为指标的最终权重向量。这样得到的权重不能将各位专家对待评价系统的认识程度加以区分, 为了更加合理地进行各指标的权重分配, 下面对指标权重进行优化。

3 改进的 AHP 权重计算

将式(3)得到的指标权重按照广义距离概念和最小方差计算求得理论的最优权重向量; 将每位专家评估的指标原始权重与最优权重进行比较, 按与最优权重之间的误差比进行确定每位专家的专家权重; 最后将专家权重与指标原始权重进行综合运算, 得到各指标优化权重。

定义理论存在的最优权重向量为 $W = (w_1, w_2, \dots, w_n)$;

建立目标函数 $d = \min(\sum_{p=1}^m \sum_{j=1}^n (w_{pj} - w_j)^2)$, 可得:

$$w_j = \frac{\sum_{p=1}^m w_{pj}}{m} \quad (j=1, 2, \dots, n) \quad (4)$$

W_j 就是目标函数的最优解, 也就是针对同一层指标专家评估的最优权重。将第 p 位专家评估的指标原始权重与该指标的最优权重进行误差计算, 误差比重越大, 专家权重越小。对各位专家的指标权重评估误差比重的倒数进行均一化后, 就得到各位专家的专家权重。

第 p 位专家的指标原始权重评估误差:

$$\sigma_p = \left(\frac{1}{n} \sum_{j=1}^n (w_{pj} - w_j)^2 \right)^{\frac{1}{2}} \quad (5)$$

m 位专家总的指标原始权重评估误差:

$$\sigma = \left(\sum_{p=1}^m \sigma_p^2 \right)^{\frac{1}{2}} \quad (6)$$

第 p 位专家的专家权重:

$$\lambda_p = \frac{\sigma / \sigma_p}{\sum_{p=1}^m (\sigma / \sigma_p)} \quad (7)$$

各位专家的专家权重 $\lambda = (\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_m)$ 。

将指标原始权重矩阵与每位专家的专家权重进行综合优化, 得到评价体系中各指标的综合权重:

$$W = \lambda \cdot W_s \quad (8)$$

4 模糊综合评价

在进行综合评价时, 首先应将定性指标进行量化和定量指标的无量纲化^[12]。

(1) 定性指标的量化

定性指标采用集值统计法进行量化得到评价估计值:

$$u = \frac{\sum_{p=1}^m (b_p^2 - a_p^2)}{2 \sum_{p=1}^m (b_p - a_p)} \quad (9)$$

其中 a_p, b_p 分别是第 p 个专家对该指标做出的评价区间的下限和上限, 取值范围 1~100。

(2) 定量指标无量纲化

定量指标采用改进的功效系数法进行无量纲化:

$$c_i = \frac{x_i - x_i^{(s)}}{x_i^{(h)} - x_i^{(s)}} \times 40 + 60 \quad (i=1, 2, \dots, n) \quad (10)$$

其中 c_i 为第 i 项指标的分数, x_i 为第 i 项指标的实际测定值, $x_i^{(s)}$ 为第 i 项指标的不容许值, $x_i^{(h)}$ 为第 i 项指标的最满意值, n 是定量指标的项数。

(3) 单因素评价矩阵 R_k

各项指标无量纲化后均为属于 1~100 的数值, 采用三角形隶属函数对各项评价指标进行隶属度计算, 得到单因素评价矩阵 $R_k = (r_{ij})_{m \times n}$, (k 为准则层个数)。

(4) 模糊综合评价

模糊运算采用加权平均算子 $M(\cdot, +)$ 。

一级模糊评价模型:

$$B_k = W_k \circ R_k \quad (11)$$

其中 B_k 为第 k 项准则层的单因素评价向量; W_k 为第 k 项准则层下各指标的综合权重; R_k 为第 k 项准则层下的单因素评价矩阵。

二级模糊评价模型:

$$A = W \circ R \quad (12)$$

其中 A 为最终系统综合评价结果向量且 $A = (a_1, a_2, \dots, a_s)$, 其中 s 为评价等级数; W 为各准则层的综合权重, R 为二级模糊评价矩阵且 $R = (B_1, B_2, \dots, B_k)$ 。

最后对评价结果进行加权平均, 得到准确的量化分值:

$$b = A \circ V^T \quad (13)$$

5 实例分析

实例分析数据采用陕西某公路工程建设中对 5 家监理单位的年终考评数据, 以对某家监理单位项目控制水平评价为例进行计算分析。建立评价体系^[13]如图 1。

评价过程中邀请 5 位专家(其中包括 2 位教授、2 名高工和 1 名副高)参加权重打分, 发放 5 份评判表, 收回 5 份。评价人由业主代表、施工代表和专家代表共 20 人组成, 对各指标共发放 20 份评分表, 收回 20 份。

以准则层 B_1 控制机构为例, 由式(1)~(3)得到每位专家所打的指标原始权重矩阵:

$$W_{s1} = \begin{bmatrix} 0.046 & 4 & 0.169 & 2 & 0.615 & 2 & 0.169 & 2 \\ 0.064 & 6 & 0.242 & 3 & 0.547 & 9 & 0.147 & 2 \\ 0.079 & 1 & 0.254 & 3 & 0.515 & 4 & 0.151 & 2 \\ 0.077 & 5 & 0.201 & 0 & 0.520 & 5 & 0.201 & 0 \\ 0.064 & 6 & 0.242 & 3 & 0.547 & 9 & 0.147 & 2 \end{bmatrix}$$

按式(4)~(7)计算可得每位专家的专家权重 $\lambda_i = (0.090 \ 9, 0.301 \ 5, 0.157 \ 4, 0.148 \ 8, 0.301 \ 5)$

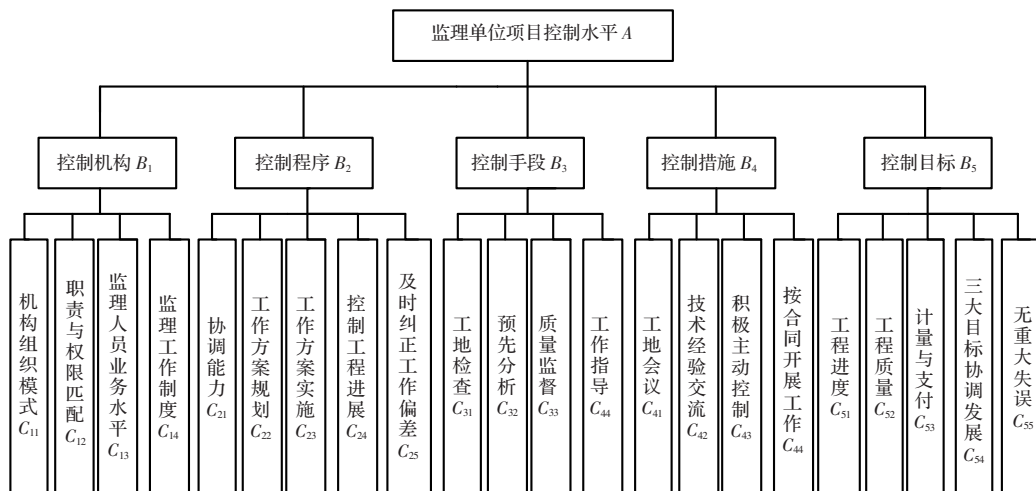


图1 监理单位项目控制水平评价体系

由式(8)权重优化得到该指标的优化权重 $W_1 = \lambda_1 \cdot W_{z1} = (0.067\ 2, 0.231\ 4, 0.544\ 9, 0.157\ 8)$ 。

由式(1)~(8)重复上述权重计算过程,可得各指标的优化权重。根据对收回的20份指标评分表,对各项指标按式(9)、式(10)进行定性指标的量化及定量指标的无量纲化,并采用三角形函数法得到各自相应的单因素评价矩阵。评价等级划分取为{优,良,中,差}分别对应 $[100, 90), [90, 80), [80, 60), [60, 0)$ 。按照式(11)~(13)进行模糊综合评价,对该监理单位的项目控制水平评价结果为 $b=87.9$,项目控制水平等级处于良。

由式(1)~(14)传统的层次分析法计算权重为 $w_j=(0.066\ 4, 0.221\ 8, 0.549\ 4, 0.163\ 2)$,通过权重优化后,其权重向量优化为 W_1 。比较优化前后,指标权重的重要程度没有发生改变,保持其一致性,但其比重值大小发生了变化,尤其是第2项指标权重值增加,更加符合客观实际;优化后的权重向量考虑了每位专家的主观偏好性,通过专家权重分配,削弱了主观偏好性,使得指标权重更加趋于客观化。

6 结束语

在模糊综合评价中,各指标的权重向量的取值关系到系统评价结果的好坏。为了综合考虑各评价专家的专业水平、社会经验等差别,通过确定专家权重来完成对评价过程中指标权重向量的优化,使评价结果更加符合客观实际。将权重优化方法应用到对监理单位项目控制水平模糊综合评价中,对评价指标进行权重优化,削弱了主观偏好性,最终评价结果与实际情况一致。权重优化提高了模糊综合评价的有效性,算例均通过

MATLAB7.0 完成。

参考文献:

- [1] 马志峰,欧阳明之.对项目监理工作检查、考核与评价体系的探讨[J].西北水电,2007(2):80-86.
- [2] 江毅.工程监理现状及基本评价[J].建筑经济,2002(7):21-23.
- [3] 周坚,张英才.论建设监理服务质量的评价[J].浙江大学学报,1998,(1):53-56.
- [4] 何寿奎.模糊综合评价法在评价建设监理工作中的应用[J].技术经济,2005(2):61-63.
- [5] 孔军,刘占挺.监理单位工作质量监控评价系统的研究[J].山东建筑工程学院学报,2002(2):33-36.
- [6] 孔军,赵雷.施工阶段监理工作评价(三)[J].山东建筑工程学院学报,2003(3):22-25.
- [7] 谢媛芳,石东.工程建设监理总体效果的模糊综合评判[J].西安建筑科技大学学报:自然科学版,2002,34(3):286-288.
- [8] 朱启建,郭长生.建设项目施工阶段监理效果的模糊综合评判方法[J].西安科技学院学报,2002,22(4):414-418.
- [9] 鹿中山,杨善林.工程监理服务质量的多层次模糊综合评判[J].基建优化,2006,27(1):33-37.
- [10] 杜栋,庞庆华.现代综合评价方法与案例精选[M].北京:清华大学出版社,2005.
- [11] 刘建平,舒晓惠.对利用层次分析法确定比率权重的质疑[J].统计与咨询,2006(2):26-27.
- [12] 王维敏.公路隧道机电系统运营管理分析与评价[D].西安:长安大学,2004.
- [13] 刘健新.监理概论[M].北京:人民交通出版社,1999.

(上接221页)

- [2] Rainville P, Bechara A, Naqvi N, et al. Basic emotions are associated with distinct patterns of cardiorespiratory activity[J]. International Journal of Psychophysiology, 2006, 61: 5-18.
- [3] Picard R W, Yzas E V, Healey J. Toward machine emotional intelligence, analysis of affective physiological state[J]. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 2001, 23(10): 1176-1189.
- [4] Kim K H, Bang S W, Kim S R. Emotion recognition system using short-term monitoring of physiological signals[J]. Medical & Biological Engineering & Computing, 2004, 42: 419-427.
- [5] Wagner J, Kim L, André E. From physiological signals to emotions:

Implementing and comparing selected methods for feature extraction and classification[C]//IEEE International Conference on Multimedia & Expo(ICME 2005), 2005: 940-943.

- [6] 李新胜.综述,白净.生理信息融合技术的研究进展[J].生物医学工程杂志,2000,17(4):464-468.
- [7] 张学工.关于统计学习理论与支持向量机[J].自动化学报,2000,26(1):32-42.
- [8] 陈继华,李岚,钱坤喜.基于多生理信号的情绪初步识别[J].生物医学工程研究,2006,25(3):141-146.
- [9] 尉询楷,李应红,刘建勋,等.基于支持向量机的信息融合诊断方法[J].系统工程和电子技术,2005,27(9):1665-1668.