

14
2-36

广西科技进步奖评价指标体系数学模型设计 及其在计算机上的应用

郑韵兰 高祖玉 蒋国治

G311

(广西科委)

摘要 在科技成果评奖中,各评价指标程度的区分往往使用模糊语言来描述,是典型的模糊问题。为了解决在广西科技进步奖评选中可能出现离散度大的问题,使评奖更科学、合理,我们以模糊数学为基础,设计了一套切合我区评审方法的模糊加权数学模型,并在计算机上进行了应用。经过1989~1991年四个年度评奖使用,证明,该数学模型的设计是合理的,可靠的。通过在计算机上成果量化的综合评价,大大提高了工作效率,消除了某些人为的因素,使评奖结果更加科学、准确。

关键词 科技进步奖 评价 广西 计算机应用

1 数学模型的设计

在科技成果的评价中,各评价指标程度的区分往往使用模糊语言来描述,比如说某项科技成果创新程度“很大”、“大”、“较大”、“一定”等等,它们之间的界限很难截然分开,其内涵清楚,外延往往不甚清楚。又如专家们把某项科技成果评为一等,有时并非全部指标都评为一等,只是多数指评为一等或接近一等……等等,这些都是典型的模糊问题。由于我区科技进步奖的评审工作采用的是“通讯评审与会议评审相结合”的独特方法,专家们在通讯评审时都是以个人单独进行的,所以评审意见就有存在离散度大的可能,为了尽量避免这种现象的产生,就必须有一套既科学、简单,又可靠的数学处理方法,设计出能切合我区评审方法的数学模型。广西科技进步奖评价指标体系以模糊数学为基础进行设计,采用的是模糊加权数学模型。

1.1 评价指标体系得分:即某一专家对某项科技成果的评分。

1.1.1 单因素评价矩阵

设评价体系有 m 个评价指标,分成 n 个评定等级。

又设 U 为科技成果评价指标的集合,则有:

$$U = (U_1 \ U_2 \ \dots \ U_j \ \dots \ U_m)_{1 \times m}$$

设 V 为科技成果评价等级的集合,则有:

$$V = (V_1 \ V_2 \ \dots \ V_j \ \dots \ V_n)_{1 \times n}$$

则单因素评判矩阵 R 为:

$$R = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \cdots & r_{1n} \\ r_{21} & r_{22} & \cdots & r_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{m1} & r_{m2} & \cdots & r_{mn} \end{bmatrix}_{m \times n}$$

1.1.2 加权系数矩阵

加权系数—各评价指标在科技成果综合评价中的相对重要程度称为加权系数。

我们用 A 来表示加权系数, 则加权系数矩阵为:

$$A = (A_j)_{1 \times m} = (A_1 \ A_2 \ \cdots \ A_j \ \cdots \ A_m)_{1 \times m}$$

$$\text{其中 } \sum_{j=1}^m A_j = 1$$

广西科技进步奖评价指标体系的科技成果分类以《广西壮族自治区科学技术进步奖励暂行办法实施细则》所规定的分类方法为基础, 分为七类: a. 新成要类; b. 推广成果类; c. 采用新技术类; d. 引进消化类; e. 社会公益类; f. 软科学类; g. 理论成果类。通过对自治区 50 多位专家的咨询, 确定各类科技成果的评价指标, 并定出评价指标个数为 10 个, 评价程度有 9 级, 在此基础上, 用层次分析法求出七类成果不同的七套加权系数。

则有: 每类成果的加权系数矩阵为:

$$A = A_1 \ A_2 \ A_3 \ \cdots \ A_{10}$$

$$\sum_{j=1}^{10} A_j = 1$$

1.1.3 专家综合评价矩阵

为了准确地评价科技成果, 必须从各个评价指标对科技成果进行全面综合评价。

我们设 C 为专家综合评价矩阵, 根据模糊数学计算方法, 则有:

$$C = A \cdot R = (A_j)_{1 \times m} \cdot (R_{ji})_{m \times n} \quad (\text{其中 } \cdot \text{ 为模糊算子})$$

本模型采用模糊线性加权变换,

$$\text{即: } C = A \cdot R = \{(A_j)_{1 \times m} \cdot (R_{ji})_{m \times n}\}_{1 \times m}$$

$$\text{其中: } C_j = \sum_{j=1}^n A_j \gamma_{ji}$$

在广西科技进步奖中则有:

$$C = (A_1 \ A_2 \ A_3 \ \cdots \ A_{10}) \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \cdots & r_{15} \\ r_{21} & r_{22} & \cdots & r_{25} \\ r_{31} & r_{32} & \cdots & r_{35} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{101} & r_{102} & \cdots & r_{105} \end{bmatrix}$$

用该法进行数据处理的特点是对各因素按照权重系数的大小, 统筹兼顾, 综合考虑, 是较能充分计算各种因素的评判模型。

1.1.4 模糊量纲刻度值

模糊量纲是指自然语言中模糊语义词构成的一个量表。模糊量纲刻度值是指每个模糊语义词表示的数值的大小,在这里用 D 表示:

$$D = (U_j)_{1 \times n} = \begin{bmatrix} u_1 \\ u_2 \\ \vdots \\ u_i \\ \vdots \\ u_n \end{bmatrix}_{1 \times n} \quad (n=9)$$

量纲刻度值是根据经验得到的,用此值以期达到使各评价等级的得分拉开一定距离,并将最终结束合成为一个数。

综合以上四个因素,我们得到一个专家对某一项科技成果的评分为:

$$C_j = (A \cdot R) \cdot D \\ = \{ (A_j)_{1 \times m} \cdot (R_{ji})_{m \times n} \}_{1 \times m} \cdot (U_j)_{1 \times n}$$

1.2 专家权重 K_j :

专家权重是指某个专家对科技成果评价意见相对重要程度的体现。

科技成果评价的准确性和科学性直接受到专家素质的影响,一是政治素质,主要是指道德方面、如公正性、求实性等;二是智力素质,主要是指专家知识的广度和深度、智力激发度、对所评价的科技成果熟悉程度以及所具有的专业特长与所评科技成果专业的接近程度等等。

在这里我们用三个指标进行评价,即:

- 1.2.1 专家对该项科技成果熟悉程度,用 P_j 表示;
- 1.2.2 专家专业特长与该项科技成果专业的接近程度,用 Q_j 表示;
- 1.2.3 专家给分的偏离度,用 δ_j 表示。

则某专家权重 K_j 为:

$$K_j = K_1 P_j + K_2 Q_j - K_3 \delta_j > 0$$

其中 $K_1 + K_2 + K_3 = 1$

熟悉度 P_j 、接近程度 Q_j 可在“广西科技进步奖评分表”中采集到(由专家自己划“√”确定)。

偏离度 δ_j 则按下式计算得出:

$$\delta_j = \frac{(C_j - \bar{C})^2}{P} \quad (\text{经验公式})$$

$$\bar{C} = \frac{\sum_{j=1}^p C_j}{P}$$

式中 C_j —— 本评审小组第 j 个专家对某项成果的评分;

\bar{C} —— 本评审小组专家对某项成果的平均评分;

P —— 本评审小组参评专家人数。

为了保证 $K_j > 0$, 特令:

$$K_j = \begin{cases} K_1 P_j + K_2 Q_j - K_3 \delta_j; & (\text{当 } K_1 Q_j + K_2 Q_j > K_3 \delta_j \text{ 时}) \\ 0 & (\text{当 } K_1 P_j + K_2 Q_j < K_3 \delta_j \text{ 时}) \end{cases}$$

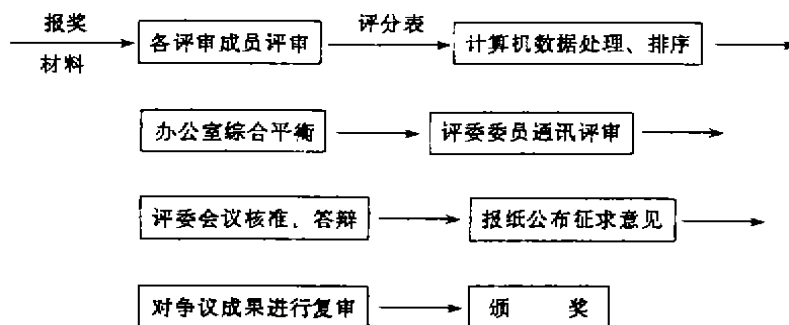
综合以上“评价指标体系得分”及“专家权重”两方面的因素, 广西科技进步奖评价指标体系数学模型为:

$$C_{\text{评分}} = \frac{\sum_{j=1}^p C_j K_j}{\sum_{j=1}^p K_j} \quad (K_j > 0; \sum_{j=1}^p K_j \neq 0)$$

2 数学模型在计算机上的应用

根据广西科技进步奖评价指标体系及评价方法, 结合广西科技进步奖数学模型, 我们编制了广西科技进步奖科技成果评判软件——评奖程序。在 1989 年度广西科技进步奖的评奖工作中, 在美国 AST-286 型计算机上首次进行了应用。1989 年度广西科技进步奖参评项目共 181 项, 通过计算机成果量化的综合评价, 大大提高了工作效率, 减少了各专业评审组组长综合评分的工作量, 而且消除了某些人为因素, 使评审结果更加科学、准确。

具体评定方法与步骤如下图:



在 1989 年度广西科技进步奖评审工作基本结束之后, 我们征求了一部份有丰富评审经验的专家及主管科技成果奖励的同志的意见, 他们认为广西科技进步奖评价指标体系数学模型是正确的, 在计算机上的应用也是可靠的、准确的, 它简化了评审程序, 缩短了评审时间, 大大减少了专业评审组组长的工作量, 更重要的是提高了评审质量。

3 有待改进的问题

经过 1989 年—1991 年三个年度的评奖应用, 我们把 18 个专业组的组长综合评审意见与计算机排序结果进行了对比, 计算机排序与组长综合评审结果相吻合的达 90% 以上。对不相吻合的项目我们进行了详细的分析, 认为不相吻合的原因主要有两个: 一是有极少数专家建议等级与自己在“评分表”上划“√”的位置不相符合, 即是说, 在“评分表”上划“√”所得到

的总分与他所建议的等级不相符合；二是个别专业组组长在综合本组意见时，对某些项目的综合评奖等级没有反映大多数评审成员的意见。

为了解决上述存在的问题，我们打算：第一：在今后科技进步奖评审时，略去组长综评等级这项工作，可以进一步减轻专业评审组组长的工作量。第二：要求各评审专家在评审过程中尽可能做到自己所建议的授奖等级与在“评分表”上划“√”所得的总分等级相符。只要做到这两条，专家评审意见与计算机的计算排序结果的吻合度将会进一步提高。

4 参考文献

- 1 朱震霖. 模糊综合评定科技成果. 系统工程理论与实践, 1987(3)
- 2 国家科委政策局. 软科学成果评价方法培训班讲义, 1987

The Design of the Mathematical Models for Awards of Guangxi's Scientific and Technological Achievements and its Application on Computer

Zheng Yunlan Gao Zhuyu Jiang Guozhi

(Science and Technology Commission of Guangxi)

Abstract In deciding on awards of scientific and technological achievements through discussion the distinction between the degrees of the evaluating criterions is always discribed using The Fuzzy Language, so is a typical fuzzy problem. In order to solve the dispersion problem which may appear seriously in deciding on advance awards of science and technology of Gangxi, and make the judgement more scientific and reasonable, based on The Fuzzy Mathematics, we have designed a set of Fuzzy Weighted Mathematical Models which are suitable for Guangxi and implemented on person computer. It has been used for 4 years started from 1989, and proved this set of mathematical models is rational and reliable. They have raised efficiency greatly, eliminated some human factors and make the judgement more accurate by quantitative synthetic evaluation with computer.

Key Words awards; scientific and technological achievement; application;