

# 质控室工作模糊综合评价

李克武, 安红

(空军工程大学 工程学院, 陕西 西安 710038)

**摘要:**应用模糊数学的多层次综合评判法,对质控室工作水平进行了研究,提出质控室综合评价的指标体系,运用层次分析法确定各个因素的权重,并建立模糊综合评价的数学模型,结合实例进行了分析。

**关键词:**质控室;模糊数学;层次分析法;综合评判

**中图分类号:**V37 **文献标识码:**A **文章编号:**1009-3516(2001)02-0015-04

机务大队质控室经过近20年的发展,已经具有相当规模,对加强航空维修管理、提高飞机维修质量、保障飞行安全起到了十分重要的作用。然而质量控制系统是一个复杂的综合体系,其效益是多方面、多层次的综合体现,不可能直截了当地准确判别。必须将其评价指标层层分解,对构成工作效益的基本因素进行分析,并将其分析的结果作综合处理,才能得出对整体评价的结果。由于某些评价因素不能直接使用经典的数值指标来描述,只能进行定性的描述,因而用传统数学方法来建立可行的系统综合评价模型比较困难。然而,利用模糊数学的模糊综合评判方法就能建立起相对科学、行之有效的质控室综合评价数学模型。

## 1 质控室综合评价指标的选择

影响质控室工作优劣的因素是比较复杂的,如果根据单层模型的因素论域求权重时,许多因素的权重就难以得到细致的分配,或者各因素分到的权重很小。在运用查德算子运算时,由于取大取小运算,很多因素将被“混灭”,使得整个评价失去合理性。为此,对质控室工作的评估要从其性能和效用出发,合理分层,全面衡量其性能指标。

在指标的选择过程中,考虑如下三个方面:

- 1) 遵循空军关于质控室正规化建设达标验收标准;
- 2) 分析指标之间的相关性,将具有相同本质的指标归为一类,使分散而复杂的指标变为彼此之间互不相关而趋向整体化、简单化;
- 3) 分析指标之间的因果关系,理清层次。

通过系统分析影响质控室工作的各种因素,并加以归纳整理,得出质控室工作的综合评价指标体系,如表1。

## 2 综合评价指标的标准化

对质控室工作进行检查所得到的评价数据,有定性和定量的描述,直接依据这些数据评价质控室工作,不能客观地反映其所处现状。因此,有必要将数据作转换处理,统一到同一评价标准。

### 2.1 定量数据标准化

质控室工作的定量检查是采用百分制。对于采用百分制的数据,某一子因素的评价总分为100分,如表2。

收稿日期:2000-12-03

作者简介:李克武(1968-),男,湖南长沙人,讲师,硕士生,主要从事系统管理与决策研究。

表1 质控室工作综合评价指标体系和各层次因素权重

主因素(F) 权重(W)	子因素(F <sup>1</sup> )	权重(W <sup>1</sup> )	主因素(F) 权重(W)	子因素(F <sup>1</sup> )	权重(W <sup>1</sup> )
质控人员 队伍建设 (0.0985)	按编制配备的人员	0.3889	维修保障 能力控制 (0.0452)	机务人员控制	0.4052
	大专以上学历比例	0.3333		保障装备控制	0.2330
	“四会”人员比例	0.2778		机务指标控制	0.1918
四室面积	0.5000	机动保障能力控制		0.1250	
硬件建设 (0.0379)	办公设备、设施	0.1667	维修保障 现场质量 控制 (0.0533)	飞行四个阶段	0.1324
	显示板、镜框	0.3333		机械日	0.1542
	计划种类齐全	0.2778		特定检查	0.3261
计划工作 (0.0152)	计划制定合理	0.3889	定期工作	0.3873	
	计划执行情况	0.3333	信息收集	0.6330	
	飞机完好情况控制	0.5000	信息处理	0.2610	
技术装备 控制 (0.1326)	飞机使用情况控制	0.3333	分析预测	0.1060	
	机载特殊装备控制	0.1667	飞机技术 文件管理 (0.1098)	履历书、证明书	0.6667
	定期检修工作控制	0.4445		文件资料	0.3333
技术装备 时限控制 (0.1042)	有寿机件控制	0.5555	微机应用 管理 (0.1362)	维修管理软件应用	0.4444
	故障控制	0.3000		报表统计与上报	0.3889
技术装备 质量控制 (0.1250)	质量信息反馈控制	0.2000		微机管理、软件开发	0.1667
	技术通报落实控制	0.5000			

表2 验收标准

项目(Y)	检查内容(Y <sub>i</sub> )	分数	扣分标准	得分(S <sub>i</sub> )	检查方法
计划种类齐全	有年度、月份机务工作计划	20	缺一项扣10分		检查资料
	有年度在职业务训练计划	20	无计划扣10分		
	有发动机和航材领请计划	20	缺一项扣10分		
	有战时航空工程保障计划	20	酌情扣分		
	有质控工作年度、月份计划	20	同上		
		∴			

为了利用模糊综合评判方法,需要将定量描述的数据,转化为模糊集上的隶属度。若将检查所得分数直接根据模糊评价集(优、良、中、差)的等级区间判别其所属等级,方法简单,但容易引起统计结果失真,特别是在等级区间交界附近,对结果影响更大。而采用模糊数学的三角模糊函数方法<sup>[1]</sup>,对检查所得分数进行模糊化处理,能较好地解决上述问题。具体方法为:

设有  $m$  项检查内容组成子因素集  $Y$ , 满足:  $Y = \{Y_1, Y_2, \dots, Y_m\}, Y_i \cap Y_j = \emptyset, i \neq j$ 。设子因素集  $Y$  的  $m$  项检查内容得分为  $x, S_i$  为  $Y_i$  的检查得分, 则  $x = \sum_{i=1}^m S_i, (0 \leq x \leq 100)$ 。在图1中, 优、良、中和差用三角模糊数表示, 分别为

$$(80, 90, 90), (70, 80, 90), (60, 70, 80), (60, 60, 70)$$

此外, 三角模糊数也可利用插值法<sup>[2]</sup>或直线的点斜式方程表示为函数形式。

依据图1, 将  $x$  转换为模糊集合  $\{A_1/\text{优}, A_2/\text{良}, A_3/\text{中}, A_4/\text{差}\}$  的隶属度  $A_i$ , 然后进行正规化处理  $r_i = A_i / \sum_{j=1}^4 A_j, (i = 1, 2, 3, 4)$ , 得到

$Y$  的评价向量  $R, R = (r_1, r_2, r_3, r_4)$ 。如果  $x \in (0, 60)$ , 则  $R = (0, 0, 0, 1)$ ; 如果  $x \in (90, 100)$ , 则  $R = (1, 0, 0, 0)$ 。

### 2.2 定性描述数据的标准化

对于采用定性描述的数据, 可通过统计检查组对每项检查内容在各评价等级所出现的频数  $m_i, (i = 1, 2, 3, 4)$  得到。设检查组人数为  $n$ , 则根据  $r_i = m_i/n$ , 计算出频率, 来作为各评价等级的隶属度, 以得到子因素

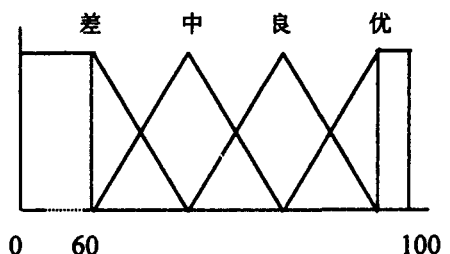


图1 评定集模糊三角函数

集  $Y$  的评价向量。

### 3 数学模型的建立

采用模糊矩阵法建立质控室工作的评估数学模型。其二级模糊综合评价的一般步骤如下:

1) 选定评价集  $E$ , 设  $E = \{E_1, E_2, \dots, E_m\}$ 。在本文中, 取  $E$  的组成为  $E = \{\text{优, 良, 中, 差}\}$ 。

2) 将因素集  $F$  分成  $n$  个相互独立子集, 得到第二级因素,  $F = \{F_1, F_2, \dots, F_n\}, F_i \cap F_j = \emptyset, i \neq j$ 。设  $n$  个因素对应的权重集合为  $W = \{W_1, W_2, \dots, W_n\}$ , 且  $\sum_{i=1}^n W_i = 1$ 。

3) 把每一个二级因素  $F^i$  进一步划分, 得到第一级因素  $F^i, F^i = \{F^i_1, F^i_2, \dots, F^i_k\}, k = 1, 2, \dots$ 。  $k$  个因素对应的权重集合为  $W^i = \{W^i_1, W^i_2, \dots, W^i_k\}$ , 且  $\sum_{j=1}^k W^i_j = 1$ 。由第二节中得到的每个子因素的评价向量, 对  $F^i$  作单因素评价, 确定模糊关系矩阵  $R_i, R_i = (r_{i1}, r_{i2}, r_{i3}, r_{i4})$ 。式中,  $r_{jm} (i = 1, 2, \dots, n; j = 1, 2, \dots, k; m = 1, 2, 3, 4)$  表示  $F^i$  对评价集  $E_m$  的隶属度。对  $F^i$  作一级评判为  $B_i = W^i \cdot R_i = (b_{i1}, b_{i2}, b_{i3}, b_{i4}), i = 1, 2, \dots, n$ 。

4) 由  $B_i$  构成二级评价矩阵  $R, R = (B_1, B_2, \dots, B_n)^T$ 。第二级评判为  $B = W \cdot R$ 。式中  $B = (B_1, B_2, B_3, B_4)$  表示质控室被评为  $E_k$  的隶属度。

5) 按照最大接近度原则<sup>[3]</sup>来判定等级, 即综合判定, 确定该质控室工作的水平。

### 4 权重分配

影响质控室工作的因素很多且重要程度不一样, 权重分配尤其重要。本文采用在专家调查法基础上的专家评分法。请精通专业技术、有代表性的专家在 5 个评价等级(一样重要, 稍微重要, 明显重要, 强烈重要, 绝对重要)上填写调查表, 5 个评价等级对应的分值为  $b_{ij} = (1, 3, 5, 7, 9)$ , 依此构造判断矩阵<sup>[4]</sup>。假定  $A$  层中因素  $A_k$  与下一层中的因素  $B_1, B_2, \dots, B_n$  有联系, 则判断矩阵如表 3 所示。其中,  $b_{ij}$  是对于  $A_k$  而言,  $B_i$  对  $B_j$  相对重要性的数值表示。任何判断矩阵都满足,  $b_{ij} = 1, b_{ji} = 1/b_{ij} (i, j = 1, 2, \dots, n)$ 。对得到的判断矩阵可用和积法<sup>[4]</sup>计算判断矩阵的特征向量即权向量。

表 3 判断矩阵

$A_k$	$B_1$	$B_2$	...	$B_n$
$B_1$	$b_{11}$	$b_{12}$	...	$b_{1n}$
$B_2$	$b_{21}$	$b_{22}$	...	$b_{2n}$
...	...	...	...	...
$B_n$	$b_{n1}$	$b_{n2}$	...	$b_{nn}$

表 4 维修信息收集处理判断矩阵

$A_9$	$B_1$	$B_2$	$B_3$
$B_1$	1	3	5
$B_2$	1/3	1	3
$B_3$	1/5	1/3	1

### 5 应用举例

以 A 师 A 团的质控室工作的检查数据为例。

#### 5.1 权重计算

以“维修信息收集处理”为例, 表 4 是“维修信息收集处理”的判断矩阵, 子因素用  $B_1, B_2, B_3$  表示。根据文献[4]得  $W = (0.633, 0.261, 0.106)^T$ 。

经计算可知此判断矩阵满足一致性。同理, 可计算出其它因素的权重, 其结果如表 1。

#### 5.2 综合评价

1) 数据标准化

数据格式如表 2, 若  $x = S_1 + S_2 + S_3 + S_4 + S_5 = 20 + 10 + 20 + 12 + 10 = 72$ , 则根据模糊三角函数得  $A_1 = 0, A_2 = (72 - 70)/(80 - 70) = 0.20, A_3 = (72 - 80)/(70 - 80) = 0.80, A_4 = 0$

正规化处理后, 得到“计划种类齐全”的评价向量  $(0, 0.20, 0.80, 0)$ , 同理可得其他子因素向量。

2) 模糊关系矩阵

“质控人员队伍建设”的模糊关系矩阵为

$$R_1 = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0.8 & 0.2 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

同样可知其它因素的模糊关系矩阵  $R_i, (i=1, 2, \dots, 11)$ 。

3) 一级评判

$$B_1 = W_1^T \cdot R_1 = (0.3889 \quad 0.333 \quad 0.2778) \cdot R_1 = (0.9333 \quad 0.0667 \quad 0 \quad 0)$$

同理可知其它  $B_i, (i=1, 2, 3, \dots, 11)$ , 并由此构成二级评价矩阵  $R$

$$R = \begin{bmatrix} 0.9333 & 0.0667 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0.4000 & 0.3112 & 0.2888 & 0 \\ 0 & 0.6334 & 0.3666 & 0 \\ 0.3556 & 0.4222 & 0.2222 & 0 \\ 0 & 0.3100 & 0.4900 & 0.2000 \\ 0.6833 & 0.2684 & 0.0683 & 0 \\ 0.2425 & 0.1093 & 0.4518 & 0.2324 \\ 0.6899 & 0.2783 & 0.0318 & 0 \\ 0.4667 & 0.3666 & 0.1667 & 0 \\ 0.4444 & 0.5223 & 0.0333 & 0 \end{bmatrix}$$

4) 综合评判

$B = W \cdot R = (0.4145 \quad 0.3493 \quad 0.1988 \quad 0.0374)$ 。根据最大隶属度原则( $E_1 = 0.4145$ ), 评价结果位于  $E_1$  级, 但由于  $\sum_{i=2}^4 E_i = 0.5855 > \frac{1}{2} \sum_{i=1}^4 E_i = 0.5$ , 故应定为  $E_2$  级, 即 A 师 A 团的质控室工作为良好水平。

## 6 结束语

本文应用模糊综合评价方法解决质控室工作的评价问题, 把定性和定量的数据转换为统一的模糊向量矩阵, 能较好地保证质控室工作评价的客观、公正。其次, 利用调查表确定权重, 并用判断矩阵修正, 使权重分配趋于合理。

### 参考文献:

- [1] 李 凡. 模糊管理信息系统[M]. 北京: 北京大学出版社, 1999.
- [2] 邓建中. 计算方法[M]. 西安: 西安交通大学出版社, 2000.
- [3] 汪应洛. 系统工程[M]. 北京: 机械工业出版社, 1997.
- [4] 谭跃进, 陈英武, 易进先. 系统工程原理[M]. 长沙: 国防科技大学出版社, 1999.

## Fuzzy Synthetical Evaluation on the Working Level of the Quality Control Station

LI Ke-wu, AN Hong

(The Engineering Institute of the Air Force Engineering University(AFEU.), Xi'an 710038, China)

**Abstract:** The synthetical evaluation method in fuzzy mathematics is applied to evaluate the working level of the quality control station, the evaluation indexes system is put forward and the weight of each factor is determined by using AHP, the fuzzy synthetical evaluating model is built up, and an example is given.

**Key words:** the quality control station; fuzzy mathematics; AHP; synthetical evaluation