

doi: 10.3969/j.issn.1006-1576.2010.09.011

模糊 DEA 评价法在武警院校选拔专业队列教员中的运用

李浩¹, 王公宝², 陶应奇¹, 沈国华¹

(1. 武警成都指挥学院, 四川 成都 610213; 2. 海军工程大学 理学院, 湖北 武汉 430033)

摘要: 针对队列教员所必备的专业素质, 初步建立了综合评价的指标体系。由于评价体系指标较多, 且很难用准确的数学语言来描述, 因此应用模糊 DEA 评价模型对模糊指标进行评价, 然后, 运用所建立的综合评价模型对备选队列教员的专业素质进行了综合评价, 初步解决了专业队列教员的优选问题。该评价方法简单易行, 容易在计算机上实现。

关键词: DEA; 队列教员; 评价模型; 排序

中图分类号: N945.15; O159 **文献标识码:** A

Application of Fuzzy DEA Evaluation in Alignment Instructors of Armed Police Forces

Li Hao¹, Wang Gongbao², Tao Yingqi¹, Shen Guohua¹

(1. Chengdu Command College of Armed Police Forces, Chengdu 610213, China;
2. College of Science, Naval University of Engineering, Wuhan 430033, China)

Abstract: Aiming at the alignment instructor's major diathesis, integrated evaluation index system is established. On account of many evaluation indexes, some of them can not be described in mathematics language accurately. Therefore, use the fuzzy DEA evaluation model to evaluate fuzzy index and adopt an integrated model to evaluate the diathesis of reserve instructor. The optimal instructors are selected. This model is easy to run on computers.

Keywords: DEA (data envelopment analysis); alignment instructors; evaluation model; ordering

0 引言

队列训练是武警部队正规化建设的重要内容, 对培养军人过硬的作风、严格的纪律, 巩固和提高部队的战斗力, 有着十分重要的作用^[1]。而搞好队列训练必须依靠优秀的队列教练员, 武警院校则承担着培养教练员的重任。院校教育科目众多, 面临着时间紧、任务重、要求高的实际, 队列教学对专业队列教员提出了更高的要求。随着武警院校教学改革的逐步深化, 队列作为军事基础科目, 在教学力量选配上实行交流制度成为一种可能, 那么如何科学的将优秀的队列教练员作为专业队列教员选拔

到院校从事教学活动成为一个急需解决的问题。本文应用定量、定性分析相结合的方法, 对基层 7 名备选的队列教员应用模糊 DEA 评价法对模糊指标进行评价, 然后运用所建立的综合评价模型对其进行综合评价, 并根据综合评价值的大小进行排序, 在科学、公平的前提下选出了最优队列教员。

1 评价的对象及指标体系

某武警院校要从基层选拔 1 名优秀的队列教员。共有备选教员 7 名, 分别是: 备选教员 a; 备选教员 b; 备选教员 c; 备选教员 d; 备选教员 e; 备选教员 f; 备选教员 g。建立指标体系如图 1 所示。

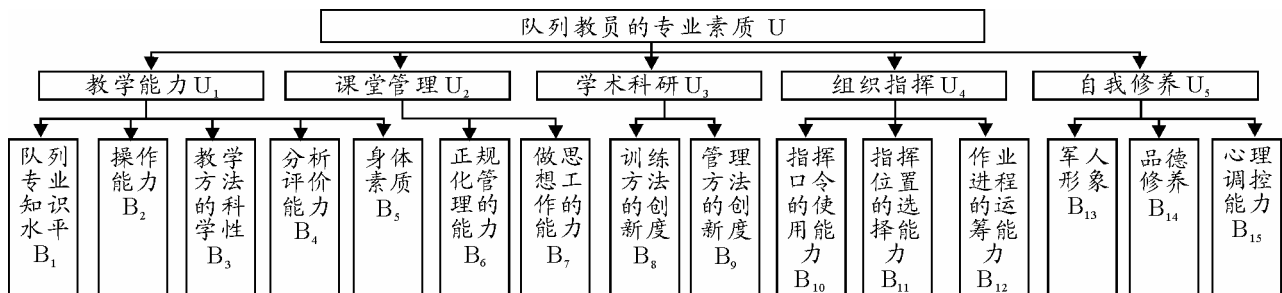


图 1 队列教员专业素质的层次评价体系

收稿日期: 2010-04-18; 修回日期: 2010-04-24

基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (70471031)。

作者简介: 李浩 (1984-), 男, 山东人, 硕士, 讲师, 主要从事军事系统建模与优化决策研究。

2 模糊评价指标的模糊 DEA 评价

2.1 模糊评价指标的模糊 DEA 评价模型

笔者采用模糊 DEA(data envelopment analysis, DEA)评价法评价备选教员专业素质的模糊评价指标。

定义

$W = \{W_1, W_2, \dots, W_t\}$ 为评价对象集, t 为评价对象个数 ($t=7$);

$B = \{B_1, B_2, \dots, B_k\}$ 为评价指标集, k 为评价指标个数 ($k=15$);

$V = \{V_1, V_2, \dots, V_m\}$ 为评价级度集, m 为评价级度个数 ($m=5$);

则对每一个评价指标有模糊关系矩阵 R , 即:

$$R = \begin{bmatrix} R_1 \\ R_2 \\ \vdots \\ R_m \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \dots & r_{1t} \\ r_{21} & r_{22} & \dots & r_{2t} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ r_{m1} & r_{m2} & \dots & r_{mt} \end{bmatrix}, \quad (1)$$

称为某一评价指标的评价矩阵, 式 (1) 中 r_{ij} 为 B 中评价指标 B_i 对应 V 中级度 V_j 的隶属关系, 具体可用专家分析法来确定。比如: 以队列专业知识水平 B_1 为例, 队列专家考评选拔组 (共 10 人) 按 5 个级度 (很好、好、一般、差、很差) 对备选教员 d 在该指标 B_1 上的表现进行模糊评判。其中有 1 人评价为“很好”, 3 人评价为“好”, 3 人评价为“一般”, 2 人评价为“差”, 1 人评价为“很差”, 则:

$$R_{b_1} = (0.1 \quad 0.3 \quad 0.3 \quad 0.2 \quad 0.1)。$$

针对任一指标, 每名评价对象 (备选教员) 作为决策单元均需要 α 种输入, β 种输出, $\alpha + \beta = m$ 。用 x_{ij} 表示第 j 个决策单元需要的第 i 种输入的数量, $x_{ij} > 0, 1 \leq i \leq \alpha, 1 \leq j \leq t$; 用 y_{rj} 表示第 j 个决策单元的第 r 种输出的数量, $y_{rj} > 0, 1 \leq r \leq \beta, 1 \leq j \leq t$; 再用 θ_i 表示对第 i 种输入的权重,

$1 \leq i \leq \alpha$; 用 ω_r 表示对第 r 种输出的权重, $1 \leq r \leq \beta$ 。

把 α 种输入柔和在一起, 第 j 名备选教员的总输入就是:

$$X_j \Theta^T = \sum_{i=1}^{\alpha} \theta_i x_{ij}, \quad (2)$$

其中: $\Theta = (\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_{\alpha})$ 是权重, $X_j = \{x_{1j}, x_{2j}, \dots, x_{\alpha j}\}。$

同样, 可以把 β 种输出柔和在一起, 第 j 个决策单元的总输出就是:

$$Y_j \Omega^T = \sum_{r=1}^{\beta} \omega_r y_{rj}, \quad (3)$$

其中: $\Omega = \{\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_{\beta}\}$ 是权重, $Y_j = \{y_{1j}, y_{2j}, \dots, y_{\beta j}\}。$ 第 j 个决策单元的效益评价指数是:

$$E_j = \frac{Y_j \Omega^T}{X_j \Theta^T}, \quad 1 \leq j \leq t。 \quad (4)$$

现在对第 j_0 个决策单元进行评价, 以权重集 Θ 和 Ω 为变量, 以第 j_0 个决策单元的效益评价指数 E_{j_0} 为目标, 以所有的决策单元的 $E_j \leq 1, 1 \leq j \leq t$ 为约束条件, 得出 C^2R 模型^[2-4]:

$$\begin{aligned} \max E_{j_0} &= \frac{Y_{j_0} \Theta^T}{X_{j_0} \Omega^T}, 1 \leq j_0 \leq t \\ \text{s.t.} \quad &\frac{Y_j \Theta^T}{X_j \Omega^T} \leq 1, 1 \leq j \leq t, \end{aligned} \quad (5)$$

$$\Theta \geq 0, \Omega \geq 0。$$

将式 (5) 化为等价的线性规划问题如下:

$$\begin{aligned} \max f(P) &= Y_{j_0} P^T \quad \text{s.t.} \quad X_j Q^T - Y_j P^T \geq 0, j=1, 2, \dots, t \quad (6) \\ X_{j_0} Q^T &= 1 \quad Q \geq 0, P \geq 0。 \end{aligned}$$

用线性规划 (6) 的最优解来定义关于某指标的决策单元 j_0 的有效性 (评价值)。

2.2 模型求解

限于篇幅, 笔者只是代表性的对指标 B_1 队列专业知识水平的综合评价。应用专家分析法析整理出指标评判矩阵, 如表 1 所示。

表 1 队列专业知识水平的指标评判

队列专业知识水平	备选教员						
	a	b	c	d	e	f	g
很好	0	0.1	0	0.1	0	0.3	0.2
好	0	0.3	0.2	0.3	0.2	0.4	0.3
一般	0.3	0.4	0.2	0.3	0.2	0.1	0.4
差	0.4	0.2	0.4	0.2	0.4	0.1	0.1
很差	0.3	0	0.2	0.1	0.2	0.1	0

因为评价的目的是想选取队列专业知识水平较好的备选教员, 因此, 选取好、很好为系统的输出, 选取很差、差、一般为系统的输入, 这样求出的解

是效益型数值。对备选教员 b 来说, 由 C^2R 模型, 可以得到一个线性规划模型, 即:

$$\max 0.3 p_1 + 0.1 p_2$$

$$\begin{aligned}
 &0.3q_1 + 0.4q_2 + 0.3q_3 - 0p_1 - 0p_2 \geq 0 \\
 &0.4q_1 + 0.2q_2 + 0q_3 - 0.3p_1 - 0.1p_2 \geq 0 \\
 \text{s.t. } &0.2q_1 + 0.4q_2 + 0.2q_3 - 0.2p_1 - 0p_2 \geq 0 \\
 &0.3q_1 + 0.2q_2 + 0.1q_3 - 0.3p_1 - 0.1p_2 \geq 0 \\
 &0.2q_1 + 0.4q_2 + 0.3q_3 - 0.1p_1 - 0p_2 \geq 0 \\
 &0.1q_1 + 0.1q_2 + 0.1q_3 - 0.4p_1 - 0.3p_2 \geq 0 \\
 &0.4q_1 + 0.1q_2 + 0q_3 - 0.3p_1 - 0.2p_2 \geq 0 \\
 &0.3q_1 + 0.2q_2 + 0.1q_3 = 1 \\
 &p_1, p_2, q_1, q_2, q_3 \geq 0
 \end{aligned}$$

同理可以得到其他 6 名备选教员关于队列专业

知识水平指标的线性规划模型。用运筹学中单纯形法或通过 Matlab 软件计算得到 7 个线性规划最优目标函数值 (评价值), 分别为: $\max a = 0$; $\max b = 0.96$; $\max c = 0.8$; $\max d = 0.21$; $\max e = 0.35$; $\max f = 0.66$; $\max g = 1$ 。这是 7 名备选教员在队列专业知识水平指标上的表现。以同样方法可以得到 7 名备选教员在所有模糊评价指标方面上的表现 (即最优目标函数值), 如表 2 所示。

表 2 模糊评价指标的评价值

备选教员	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄	B ₅	B ₆	B ₇
a	0.3	1	0.45	0.13	0.54	0.35	1
b	0.35	0.22	0.65	0	0.25	0	0.28
c	0.26	0.63	1	0.72	0.97	0.25	0.74
d	0.57	0.57	0.19	0.93	1	1	0
e	0.15	0.25	0.75	0.31	0.51	0.75	0.36
f	0.68	0	0.15	0.64	0	0.94	0.76
g	1	0.32	0	1	0.89	0.48	0.55

备选教员	B ₈	B ₉	B ₁₀	B ₁₁	B ₁₂	B ₁₃	B ₁₄	B ₁₅
a	0.82	1	0.61	0.85	0.36	0.73	0.52	0
b	1	0.29	0.29	1	0.87	1	1	0.85
c	0.77	0.35	0.95	0.38	0.57	0.46	0.69	0.97
d	0.31	0.29	0.44	0.17	1	0	0.51	1
e	0.43	0.37	1	0.39	0.53	0.89	0.39	0.63
f	0	0.96	0	0	0	0.62	0	0.49
g	0.58	0	0.72	0.48	0.21	0.87	0.34	0.14

3 队列教员优选的综合评价

3.1 综合评价模型

评价步骤如下:

1) 利用第 3 节的模糊 DEA 评价模型确定评价指标的评价值集合

$$G = (G_1, G_2, \dots, G_k);$$

2) 利用对数最小二乘法^[5]确定指标权重集

$$A = \{a_1, a_2, \dots, a_k\};$$

3) 计算备选教员专业素质的评价值, 并根据 F 的大小进行排序, F 值越大, 说明该备选教员专业素质能力越高。

$$F = A \cdot G^T;$$

3.2 队列教员优选

利用文献[5]介绍的对数最小二乘法确定指标权重集, 省略过程仅给出结果, 如表 3 所示。把表 2 和表 3 的参数值代入到公式 $F = A \cdot G^T$, 得到综合评价值, 如表 4 所示。

表 3 指标的权值

A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A ₅
0.011 7	0.023 4	0.023 4	0.035 1	0.011 7
A ₆	A ₇	A ₈	A ₉	A ₁₀
0.230 2	0.032 9	0.106 7	0.160 0	0.060 8
A ₁₁	A ₁₂	A ₁₃	A ₁₄	A ₁₅
0.030 4	0.091 1	0.058 2	0.073 3	0.050 8

表 4 备选教员的效益性综合评价值

备选教员	a	b	c	d	e	f	g
F	0.418 1	0.842 0	0.707 4	0.639 1	0.592 2	0.275 5	0.608 5

根据表 4 结果排序,

$$F_b > F_c > F_d > F_g > F_e > F_a > F_f$$

分析表 4 的综合评价可知: 备选教员 b 专业素质能力最高, 备选教员 c 次之; 备选教员 f 最差;

备选教员 d、g、e 居中。

4 结束语

队列教员专业素质评价系统结构复杂, 相关的

客观评价数据难以获得, 而且主观因素较多, 因此不宜应用客观评价法。若应用主观评价法, 评价结果难免会受主观意识影响。笔者选用了主观客观相结合的评价法—模糊 DEA 评价法对队列教员的专业素质进行了初步评价, 所得结果对于选拔优秀的专业队列教员具有一定的参考价值。

参考文献:

[1] 中国人民武装警察部队司令部, 队列[M]. 2003.

(上接第 33 页)

3) 令 $k = h_i$, 根据式 (2), 取 $h_{i+1} = \max \{h | T_s + t_i \geq t_h, h > k\}, k = h_{i+1}^{\circ}$

4) 若 h_{i+1} 不存在, 取 $h'_i < h_i, k = h'_i$, 转 3), 否则转 5);

5) 当 k 取遍 $1 \sim p$ 时, 取得上层优化问题的最优解为 q , 即得到 $z_{h_1} = z_{h_2} = \dots = z_{h_q} = 1$,

$z_{h_{q+1}} = \dots = z_{h_p} = 0$, 那么最优方案为:

$$F^* = \left\{ (A_{h_1}, y_{h_1}), (A_{h_2}, y_{h_2}), \dots, (A_{h_{q-1}}, y_{h_{q-1}}), \left(A_{h_q}, x - \sum_{k=1}^{h_q-1} y_k \right) \right\}$$

4 算例及结果比较

表 1 计算数据

参数	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8
t	2	3	4	11	12	14	20	22
y _i	40	30	30	120	20	110	90	130

把数据带入式 $x = \int_0^T [f(t)]dt$, 求出 $T = 9.5$

根据 $T_s = \max_{i \in \{1, 2, \dots, p\}} [t_i - t_k]$, 得动员生产开始时间

为 $T_s = 12.8$, 动员生产完成时间为:

$$T_f = T_s + T = 12.8 + 9.5 = 22.3$$

那么, 下层问题的可行解为:

$$F = \{(A_1, 40), (A_2, 30), (A_3, 30), (A_4, 120), (A_5, 20), (A_6, 20)\}$$

这样, 完成调度任务需要 6 个物资供应企业。

根据判定条件式 (2), 按照模型解法步骤 3)、4)调整后, 得 $q = 5$, 5 个物资供应企业就可以满足动员要求, 最优解为:

$$F^* = \{(A_1, 40), (A_2, 30), (A_3, 30), (A_4, 120), (A_6, 40)\}$$

5 结语

相比文献[3]和文献[6]的算法, 该算法选择的物资供应企业数量更少, 在保证动员快速性的前提下,

[2] 马占新, 任慧龙. 基于模糊综合评判的 DEA 模型[J]. 模糊系统与数学, 2001(3): 61-67.
 [3] 魏权龄. 数据包络分析(DEA)[M]. 北京: 科学出版社, 2004.
 [4] 张明智. 模糊数学与军事决策[M]. 北京: 国防大学出版社, 1997.
 [5] 张臻竹, 慕静. 一种对合作伙伴的选择与评价方法[J]. 天津: 生产力研究, 2007(1): 40-4.
 [6] 裴家宏, 刘长泰, 冯添乐. 基于 DEA 法的通用装备保障训练绩效评估[J]. 四川兵工学报, 2009(11): 110-112.

某地发生突发事件, 急需某种物资 260 套, 为了满足装备动员物资需求, 装备动员组织建立物资供应网络, 同时, 下令动员中心开始生产动员物资。现有 8 个物资供应点 A_1, A_2, \dots, A_8 , 从这 8 个供应企业到动员中心 A 地的行程及物资可提供量和时间如表 1, 设应急开始实施时物资最小消耗速率为 10, 然后物资的消耗速率以曲线 $v = f(t) = -t^2 + 10t + 10$ 变化。设动员中心的物资消耗与应急动员物资消耗是一致的。要求物资调度要以选择最少的物资供应企业来满足动员中心连续生产的要求, 给出物资供应企业选择的调度方案。

减少了物资供应企业, 增强了装备动员系统的稳定性, 降低了装备动员的成本。

参考文献:

[1] 卢安文, 张斌, 谢祥俊. 紧急情况下的物流配送模型[J]. 西南石油学院学报, 2003, 25(1): 80-82.
 [2] 方磊, 何建敏. 应急系统优化选址的模型及其算法[J]. 管理工程学报, 2004, 18(1): 49-54.
 [3] 刘春林, 何建敏, 盛昭瀚. 多出救点应急系统最优方案的选择问题研究[J]. 管理工程学报, 2000, 14(1): 13-15.
 [4] 刘春林, 李春雨. 模糊应急系统组合优化方案选择问题的研究[J]. 管理工程学报, 2002, 16(2): 25-28.
 [5] 林云, 葛显龙, 王旭. 基于双层规划的供应商选择模型及求解分析[J]. 计算机工程预应用, 2009, 45(33): 189-192.
 [6] 刘春林, 沈厚才. 一类离散应急供应系统的两目标优化模型[J]. 中国管理科学, 2003, 11(4): 27-31.
 [7] 柏立君, 罗建华, 杜家兴, 等. 基于机械可靠性的装甲装备使用维修决策支持[J]. 四川兵工学报, 2009(1): 20-22.