

文章编号: 1000-6893(2006)03-0370-04

歼击机座舱工效学评价指标权重系数的确定

李银霞, 袁修干, 杨春信, 王黎静, 杜俊敏

(北京航空航天大学 人机与环境工程研究所, 北京 100083)

Weight Factors Determination of the Evaluation Indexes of Cockpit Ergonomics

LI Yinxia, YUAN Xiugan, YANG Chunxin, WANG Lijing, DU Junmin

(Institute of Man Machine & Environment Engineering, Beijing University of
Aeronautics and Astronautics, Beijing 100083, China)

摘要: 提出采用 G_1 法确定歼击机座舱工效学评价指标的权重系数, 利用该方法针对歼击机座舱工效学评价指标体系中的部分指标, 按其对于飞行员操作工效影响程度大小的原则, 对聘请的飞过多种型号歼击机的 24 名现役有经验飞行员进行了调查, 依据调查结果计算出了指标的权重系数。并对依据不同专家个数计算出的结果进行了比较分析, 当专家人数达到一定个数时, 计算结果处于稳定状态, 揭示了计算结果的可靠性。该结果可为歼击机座舱工效学的设计提供重要指导作用。

关键词: 歼击机; 座舱; 工效学; 评价; 权重

中图分类号: R857.12 文献标识码: A

Abstract: The G_1 method is proposed to determine the weight factors of the evaluation indexes of cockpit ergonomics. With the aid of this method, 24 experienced pilots on active service who flew several types of fighter were recruited as experts to be surveyed about partial indexes. The weight factors of indexes are calculated according to the investigation results. Then, the weight factors based on different numbers of experts are analyzed in order to study their reliability. The analysis results indicate that the weight factors are stable when the expert number up to some threshold values. Therefore the weight factors of the evaluation indexes calculated according to the investigation results can be used as the guidance used to the design of cockpit ergonomics.

Key words: fighter; cockpit; ergonomics; evaluation; weight value

歼击机座舱工效学评价工作的关键问题包括建立评价指标体系、确定指标权重系数和确定评价方法。文献[1]主要对如何建立歼击机座舱工效学评价指标体系进行了研究, 本文主要是在此基础上, 对如何确定指标体系中各项指标的权重系数进行研究。研究结果不仅为座舱工效学评价提供必要条件, 还可为座舱工效学的设计提供重要指导作用, 类似研究国内以前尚未开展。

1 方法

指标权重系数的确定方法可概括为 3 大类^[2]: 基于“功能驱动”原理的赋权法; 基于“差异驱动”原理的赋权法; 以及综合集成赋权法。每一类方法中又包括多种具体的方法。在发表的文献中, 应用最为广泛的方法是层次分析法 (Analytical Hierarchy Process, 简称 AHP 法), 该方法是

美国匹兹堡大学教授 Saaty T. L. 于 20 世纪 70 年代初基于“功能驱动”原理赋权法中的特征值法提出的^[2], 其基本原理是: 将评价指标关于某个评价目标的重要程度按一定比例标度做两两比较判断获得判断矩阵, 然后把判断矩阵的最大特征根相应的特征向量的分量作为相应指标的权重系数。最后, 对判断矩阵进行一致性检验, 以确定计算出的权重是否合理, 对于不一致的判断矩阵需要重新进行赋值, 仔细修正, 直到一致性检验通过为止。该方法作为一种定性和定量相结合的工具, 已在管理学、运筹学及其它许多领域的方案决策和评价指标权重系数的确定中得到了广泛的应用^[3]。由于 AHP 法让评价者对照一定的相对重要性标度, 给出指标集中两两比较的重要性等级, 因而可靠性高、误差小。但 AHP 法本身无论在原理上和方法上都有不可避免的缺陷^[2-4]:

(1) AHP 法的若干结论及其计算方法都是建立在判断矩阵是一致矩阵的基础上, 而在实际应用中所建立的判断矩阵往往都不是一致矩阵。

(2) AHP 法解决问题正确与否的唯一标准就是判断矩阵的随机一致性比率, 但该检验标准在某些情况下会失去作用^[2]。

(3) AHP 法的计算量很大, 当指标个数较大时, 仅建立判断矩阵就要进行 $n(n-1)/2$ 次的两两指标的比较判断。

(4) 当被比较的指标个数超过 9 时, 就不能直接应用 AHP 法。

有鉴于此, 本文通过对各种方法进行分析和比较, 认为 G_1 法应用于本研究是一种较为有效的方法。由于 G_1 法是一种比较新的方法, 在公开发表的文献中, 尚未见到其应用情况。

1.1 G_1 法及其实施步骤

G_1 法是由东北大学郭亚军教授提出的一种 AHP 法的改进方法, 它克服了 AHP 法的上述缺陷。该方法的基本思想是: 先对各评价指标按某种评价准则进行定性排序, 然后再按一定标度对相邻指标间依次比较判断, 进行定量赋值, 并对判断结果进行数学处理, 得出各个评价指标的权重系数。记评价指标集为 $\{u_1, u_2, \dots, u_n\}$, G_1 法确定指标权重系数一般分为以下 3 个步骤^[2]。

(1) 确定序关系 若评价指标 u_i 相对于某评价准则的重要性程度大于(或不小于) u_j 时, 记为 $u_i \succ u_j$ 。

若评价指标 u_1, u_2, \dots, u_n 相对于某评价准则具有关系式

$$u_1^* \succ u_2^* \succ \dots \succ u_n^* \quad (1)$$

时, 则称评价指标 u_1, u_2, \dots, u_n 之间按“ \succ ”确立了序关系。为书写方便, 仍记式(1)为 $u_1 \succ u_2 \succ \dots \succ u_n$ 。由于受专家主观因素的影响, 不同专家确定出的序关系往往是不一样的。

(2) 给出指标 u_{k-1} 与 u_k 之间相对重要程度的比较判断 设专家关于评价指标 u_{k-1} 与 u_k 的重要性程度之比 w_{k-1}/w_k 的理性判断分别为

$$w_{k-1}/w_k = r_k, \quad k = n, n-1, n-2, \dots, 3, 2 \quad (2)$$

r_k 的赋值可参考表 1^[2]。

表 1 r_k 赋值参考表

Table 1 Reference values of r_k

r_k	说 明
1.0	指标 u_{k-1} 与指标 u_k 具有同样重要性
1.2	指标 u_{k-1} 比指标 u_k 稍微重要
1.4	指标 u_{k-1} 比指标 u_k 明显重要
1.6	指标 u_{k-1} 比指标 u_k 强烈重要
1.8	指标 u_{k-1} 比指标 u_k 极端重要

(3) 计算权重系数 w^k 根据确定出的 r_k , 利用式(3)和(4)可计算出指标 u_i 的权重值 w_i ($i=1, 2, \dots, n$)。

$$w_n = \left(1 + \sum_{k=2}^n \prod_{i=k}^n r_i \right)^{-1} \quad (3)$$

$$w_{k-1} = r_k w_k, \quad k = n, n-1, n-2, \dots, 3, 2 \quad (4)$$

1.2 专家群组判断问题的解决方法

本文在具体应用 G_1 法确定歼击机座舱工效学评价指标体系中各项指标的权重系数时, 为了减弱专家主观因素的干扰, 更客观和准确地确定出评价指标的权重系数, 结合实际情况, 聘请了飞过多种型号飞机的 24 名现役有经验飞行员作为专家(这些专家的基本情况见表 2)。同时让 24 位专家对同一问题进行比较判断, 然后从中“综合”出一个较理想的结果。

表 2 受聘专家的基本情况

Table 2 Basic information of recruited experts

专家编号	年龄	所飞机种数	飞行总时数/h	专家编号	年龄	所飞机种数	飞行总时数/h
1	32	5	1 200	13	36	5	1 800
2	29	5	1 050	14	37	5	2 100
3	33	5	1 400	15	38	5	2 700
4	32	6	1 400	16	37	6	2 400
5	29	8	1 000	17	35	8	1 900
6	31	5	1 100	18	31	5	1 100
7	29	5	1 100	19	37	6	2 300
8	32	5	1 100	20	31	6	1 200
9	36	5	2 100	21	36	5	2 100
10	36	5	1 600	22	38	5	2 611
11	30	5	1 200	23	37	6	2 600
12	36	5	2 200	24	38	6	2 700

记专家个数为 L , 本文采用的“综合”方法如下:

(1) L 个序关系一致的情况 当 L 位专家关于指标 u_1, u_2, \dots, u_n 之间序关系的给出完全一致时, 为书写方便, 在此仍记为

$$u_1 \succ u_2 \succ \dots \succ u_n \quad (5)$$

设专家 k 关于 r_j ($j = n, n-1, n-2, \dots, 3, 2$) 的赋值依次记为

$$r_{k2}, \dots, r_{kn}, \quad k = 1, 2, \dots, L$$

则取

$$w_n = \left(1 + \sum_{k=2}^n \prod_{i=k}^n r_i^* \right)^{-1} \quad (6)$$

而

$$w_{j-1} = r_j^* w_j, \quad j = n, n-1, n-2, \dots, 3, 2 \quad (7)$$

式中,

$$r_j^* = \frac{1}{L} \sum_{k=1}^L r_{kj}, \quad j = 2, 3, \dots, n \quad (8)$$

(2) L 个序关系不一致的情况 不失一般性, 假设有 L_0 ($1 \leq L_0 < L$) 位专家给出指标 u_1, u_2, \dots, u_n 间的序关系是一致的, 仍如(5)式所示。此时, 由式(6)和式(7)可求出与指标 u_j 相应的权重系数分别为 $w_1^*, w_2^*, \dots, w_n^*$ 。

设序关系不一致的 $L - L_0$ 位专家所给出的序关系分别为

$$u_{k1} > u_{k2} > \dots > u_{kn}, \quad k = 1, 2, \dots, L - L_0 \quad (8)$$

设专家 k 关于 $u_{k,j-1}$ 与 u_{kj} 间重要性程度之比的理性赋值分别记为 r_{kj} ($k = 1, 2, \dots, L - L_0; j = n, n-1, n-2, \dots, 3, 2$), 由式(3)和(4)可求出指标 u_{kj} 的权重系数 w_{kj} 。

对于每一个 k ($1 \leq k \leq L - L_0$), 集 $\{u_{kj}\}$ 与集 $\{w_j\}$ 都是严格一对一的。这样, 针对每一位专家 k ($1 \leq k \leq L - L_0$) 所提供的判断信息, 都可等价地求出指标 u_{kj} 的权重系数并记为 w_{kj}^{**} ($j = 1, 2, \dots, n$)。对于每一个 j ($1 \leq j \leq n$), 将 $L - L_0$ 个 w_{kj}^{**} 的算术平均值作为“综合”的结果并记为 w_j^{**} ,

$$w_j^{**} = \frac{1}{L - L_0} \sum_{k=1}^{L-L_0} w_{kj}^{**}, \quad j = 2, 3, \dots, n \quad (9)$$

并将 w_j^{**} 归一化, 最后称

$$w_j = k_1 w_j^* + k_2 w_j^{**}, \quad j = 2, 3, \dots, n \quad (10)$$

为指标 u_j 相对于某评价准则的权重系数。其中, $k_1 > 0, k_2 > 0$ 且 $k_1 + k_2 = 1$ 。本文中, 取 $k_1 = L_0/L, k_2 = (L - L_0)/L$ 。

2 结果及其分析

由于歼击机座舱里涉及到工效学问题的方面很多, 在文献[1]中建立了一个 4 层次递阶结构的评价指标体系框架, 该指标体系的指标层中共有 100 个指标, 要确定出全部指标的权重系数工作量比较大。本文仅针对指标体系中的子目标集 $\{O_1, O_2, \dots, O_7\} = \{\text{座舱尺寸, 座舱视野, 显示装置, 操纵装置, 座舱环境, 飞行安全, 通讯}\}$ 、子子目标集 $\{O_{11}, O_{12}, \dots, O_{16}\} = \{\text{座椅, 仪表盘, 驾驶杆, 油门杆, 脚踏, 间隙尺寸}\}$ 中各项目和指标集 U_i ($i = 1, 2, \dots, 6$) 中各项指标, 应用 G_1 法确定出了其相应的权重系数。限于篇幅, 在此仅给出子目标集 $\{O_1, O_2, \dots, O_7\}$ 和子子目标集 $\{O_{11}, O_{12}, \dots, O_{16}\}$ 中各项目的结果及其分析情况。

2.1 调查结果

通过应用 G_1 法对聘请的 24 名专家进行调查, 得出子目标集 $\{O_1, O_2, \dots, O_7\}$ 和子子目标集 $\{O_{11}, O_{12}, \dots, O_{16}\}$ 中各目标的序关系和相邻目标间的重要程度之比, 见表 3 和表 4。

2.2 权重系数的计算结果及其分析

根据表 3、4 的调查结果和式(3)、(4)以及 1.2 节确定的专家群组判断问题的解决方法, 计算出子目标集 $\{O_1, O_2, \dots, O_7\}$ 和子子目标集 $\{O_{11}, O_{12}, O_{16}\}$ 中各目标的权重系数, 分别为

$$\begin{aligned} \{W_{O_1}, W_{O_2}, W_{O_3}, W_{O_4}, W_{O_5}, W_{O_6}, W_{O_7}\} &= \\ \{0.09, 0.13, 0.16, 0.16, 0.13, 0.22, 0.11\} \\ \{W_{O_{11}}, W_{O_{12}}, W_{O_{13}}, W_{O_{14}}, W_{O_{15}}, W_{O_{16}}\} &= \\ \{0.17, 0.20, 0.20, 0.16, 0.14, 0.13\}. \end{aligned}$$

为了考查计算出的目标权重系数的可靠性, 对依据不同专家个数计算出的结果进行了比较分析, 得出了随着专家人数的不断增加, 子目标集 $\{O_1, O_2, \dots, O_7\}$ 、子子目标集 $\{O_{11}, O_{12}, \dots, O_{16}\}$ 中各目标权重系数的变化趋势, 见图 1 和图 2。

表 3 子目标集 $\{O_1, O_2, \dots, O_7\}$ 的序关系及相邻两目标间的重要程度之比

Table 3 Sequence relations of subset $\{O_1, O_2, \dots, O_7\}$ and ratios of relative important degree of two elements

专家代号	序关系	重要性程度之比					
		r_2	r_3	r_4	r_5	r_6	r_7
L_1	$O_6 > O_4 > O_5 > O_7 > O_3 > O_2 > O_1$	1.8	1.2	1.0	1.0	1.2	1.4
L_2	$O_6 > O_3 > O_4 > O_5 > O_2 > O_1 > O_7$	1.6	1.0	1.4	1.0	1.6	1.0
L_3	$O_6 > O_5 > O_4 > O_3 > O_7 > O_2 > O_1$	1.4	1.0	1.0	1.0	1.2	1.2
L_4	$O_6 > O_4 > O_3 > O_5 > O_2 > O_1 > O_7$	1.6	1.4	1.0	1.2	1.0	1.2
L_5	$O_6 > O_4 > O_3 > O_2 > O_5 > O_7 > O_1$	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.4
L_6	$O_4 > O_3 > O_5 > O_2 > O_6 > O_7 > O_1$	1.0	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
L_7	$O_4 > O_3 > O_5 > O_2 > O_6 > O_7 > O_1$	1.0	1.0	1.0	1.2	1.2	1.2
L_8	$O_6 > O_2 > O_3 > O_4 > O_7 > O_5 > O_1$	1.6	1.2	1.0	1.4	1.4	1.4
L_9	$O_4 > O_3 > O_5 > O_6 > O_2 > O_1 > O_7$	1.0	1.2	1.2	1.0	1.2	1.2
L_{10}	$O_6 > O_3 > O_7 > O_2 > O_4 > O_5 > O_1$	1.0	1.2	1.0	1.4	1.6	1.6
L_{11}	$O_4 > O_6 > O_5 > O_1 > O_2 > O_3 > O_7$	1.4	1.0	1.2	1.0	1.2	1.0
L_{12}	$O_6 > O_4 > O_3 > O_2 > O_5 > O_7 > O_1$	1.8	1.0	1.0	1.2	1.2	1.0
L_{13}	$O_6 > O_4 > O_3 > O_2 > O_5 > O_7 > O_1$	1.8	1.0	1.4	1.2	1.2	1.4
L_{14}	$O_6 > O_5 > O_2 > O_4 > O_3 > O_7 > O_1$	1.8	1.0	1.0	1.0	1.4	1.4
L_{15}	$O_6 > O_4 > O_3 > O_2 > O_5 > O_7 > O_1$	1.0	1.2	1.0	1.0	1.2	1.0
L_{16}	$O_6 > O_3 > O_5 > O_4 > O_2 > O_7 > O_1$	1.6	1.2	1.2	1.4	1.2	1.0
L_{17}	$O_6 > O_3 > O_5 > O_2 > O_4 > O_7 > O_1$	1.4	1.0	1.2	1.0	1.0	1.4
L_{18}	$O_4 > O_3 > O_2 > O_1 > O_5 > O_6 > O_7$	1.2	1.4	1.0	1.0	1.2	1.6
L_{19}	$O_6 > O_5 > O_3 > O_4 > O_1 > O_7 > O_2$	1.8	1.0	1.0	1.2	1.0	1.0
L_{20}	$O_6 > O_4 > O_3 > O_2 > O_5 > O_7 > O_1$	1.6	1.0	1.2	1.2	1.2	1.2
L_{21}	$O_6 > O_4 > O_5 > O_3 > O_1 > O_2 > O_7$	1.4	1.2	1.0	1.0	1.0	1.2
L_{22}	$O_6 > O_4 > O_3 > O_7 > O_2 > O_5 > O_1$	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
L_{23}	$O_6 > O_4 > O_3 > O_2 > O_7 > O_1 > O_5$	1.0	1.0	1.4	1.4	1.4	1.0
L_{24}	$O_4 > O_6 > O_7 > O_3 > O_2 > O_5 > O_1$	1.0	1.2	1.2	1.2	1.4	1.4

表 4 子目标集 $\{O_{11}, O_{12}, \dots, O_{16}\}$ 的序关系及相邻两目标间的重要性程度之比

Table 4 Sequence relations of subset $\{O_{11}, O_{12}, \dots, O_{16}\}$ and ratios of relative important degree of two elements

专家代号	序关系	重要性程度之比				
		r_2	r_3	r_4	r_5	r_6
L_1	$O_{13} > O_{14} > O_{12} > O_{15} > O_{11} > O_{16}$	1.0	1.0	1.0	1.2	1.2
L_2	$O_{12} > O_{13} > O_{16} > O_{11} > O_{14} > O_{15}$	1.6	1.0	1.4	1.4	1.0
L_3	$O_{11} > O_{13} > O_{14} > O_{15} > O_{12} > O_{16}$	1.4	1.0	1.0	1.0	1.0
L_4	$O_{12} > O_{13} > O_{11} > O_{14} > O_{15} > O_{16}$	1.6	1.4	1.4	1.0	1.2
L_5	$O_{11} > O_{12} > O_{16} > O_{13} > O_{15} > O_{14}$	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
L_6	$O_{12} > O_{13} > O_{14} > O_{15} > O_{11} > O_{16}$	1.0	1.2	1.2	1.2	1.2
L_7	$O_{12} > O_{13} > O_{14} > O_{15} > O_{16} > O_{11}$	1.0	1.0	1.2	1.0	1.2
L_8	$O_{12} > O_{13} > O_{11} > O_{15} > O_{14} > O_{16}$	1.4	1.2	1.2	1.0	1.2
L_9	$O_{12} > O_{13} > O_{14} > O_{16} > O_{15} > O_{11}$	1.4	1.0	1.4	1.4	1.0
L_{10}	$O_{12} > O_{13} > O_{14} > O_{11} > O_{15} > O_{16}$	1.0	1.0	1.2	1.0	1.6
L_{11}	$O_{13} > O_{11} > O_{15} > O_{12} > O_{14} > O_{16}$	1.6	1.2	1.0	1.2	1.4
L_{12}	$O_{12} > O_{13} > O_{14} > O_{11} > O_{15} > O_{16}$	1.8	1.8	1.0	1.0	1.2
L_{13}	$O_{13} > O_{14} > O_{12} > O_{15} > O_{11} > O_{16}$	1.0	1.2	1.0	1.2	1.2
L_{14}	$O_{13} > O_{14} > O_{15} > O_{12} > O_{11} > O_{16}$	1.0	1.0	1.2	1.2	1.4
L_{15}	$O_{13} > O_{14} > O_{15} > O_{12} > O_{11} > O_{16}$	1.2	1.2	1.0	1.4	1.2
L_{16}	$O_{11} > O_{12} > O_{13} > O_{14} > O_{15} > O_{16}$	1.4	1.0	1.2	1.4	1.2
L_{17}	$O_{11} > O_{12} > O_{13} > O_{14} > O_{16} > O_{15}$	1.4	1.2	1.0	1.2	1.2
L_{18}	$O_{13} > O_{14} > O_{12} > O_{11} > O_{15} > O_{16}$	1.0	1.4	1.2	1.2	1.2
L_{19}	$O_{11} > O_{13} > O_{12} > O_{14} > O_{15} > O_{16}$	1.8	1.4	1.0	1.0	1.4
L_{20}	$O_{16} > O_{13} > O_{14} > O_{15} > O_{12} > O_{11}$	1.4	1.0	1.0	1.2	1.2
L_{21}	$O_{16} > O_{13} > O_{12} > O_{11} > O_{14} > O_{15}$	1.6	1.2	1.0	1.0	1.0
L_{22}	$O_{13} > O_{15} > O_{12} > O_{16} > O_{11} > O_{14}$	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
L_{23}	$O_{13} > O_{15} > O_{16} > O_{11} > O_{12} > O_{14}$	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
L_{24}	$O_{13} > O_{12} > O_{11} > O_{15} > O_{14} > O_{16}$	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2

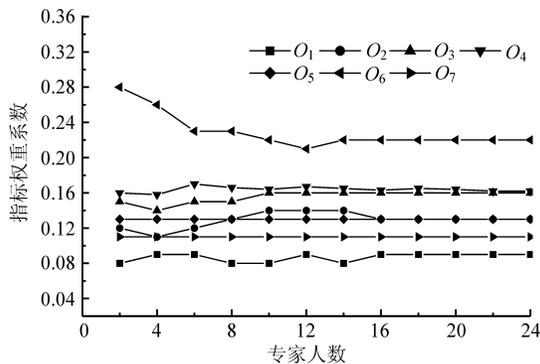


图 1 依据不同专家个数计算出的子目标权重系数比较图
Fig. 1 Comparison of the weight factors of indexes calculated according to different numbers of experts

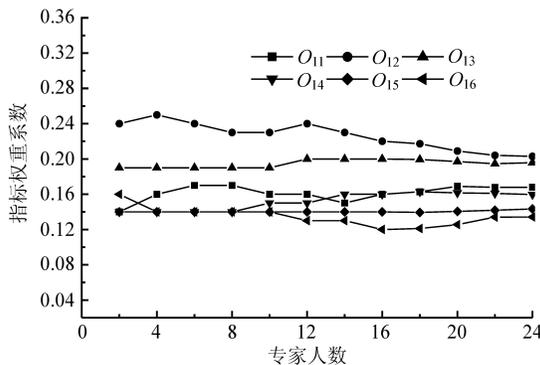


图 2 依据不同专家个数计算出的子目标权重系数比较图
Fig. 2 Comparison of the weight factors of indexes calculated according to different numbers of experts

从图 1、图 2 中可见,当专家人数达到一定数目时,评价目标的权重系数趋于稳定。表明本论文采用 G_1 法计算出的评价目标权重系数具有可靠性。

3 结束语

本文提出采用 G_1 法确定歼击机座舱工效学评价指标的权重系数,应用该方法计算出了歼击机座舱工效学综合评价指标体系中部分评价目标的权重,并分析了计算结果的可靠性。研究表明,在应用 G_1 法确定指标权重系数时,只要专家选择得当,即一般应选择具有一定专业知识和丰富实践经验、掌握一定信息动态而又愿意参加的专家,专家人数为 15~ 20 时就可以得到比较满意的结果。本文的研究结果可为航空工程部门和军方的评价工作提供一定的指导作用,也可为其它领域的相关研究工作提供参考。

参 考 文 献

[1] 李银霞,袁修干,杨春信,等. 歼击机座舱工效学综合评价指标体系的建立[J]. 航空学报, 2005, 26(2): 148- 152.
Li Y X, Yuan X G, Yang C X, et al. Building of the index system for cockpit ergonomics comprehensive evaluation [J]. Acta Aeronautica et Astronautica Sinica, 2005, 26(2): 148- 152. (in Chinese)

[2] 郭亚军. 综合评价理论与方法[M]. 北京: 科学出版社, 2002. 41- 46.
Guo Y J. The theory and method of comprehensive evaluation [M]. Beijing: Science Press, 2002. 41- 46. (in Chinese)

[3] 王宗军. 综合评价的方法、问题及其研究趋势[J]. 管理科学学报, 1998, 1(1): 73- 79.
Wang Z J. On the methods, problems and research trends of comprehensive evaluation [J]. Journal of Management Sciences in China, 1998, 1(1): 73- 79. (in Chinese)

[4] 陈伟. 正确认识层次分析法(AHP法)[J]. 人类工效学, 2000, 6(2): 32- 35.
Chen W. [J]. Remarks on Analytical Hierarchy Process (AHP) [J]. Renlei Gongxiaoxue Ergonomics, 2000, 6(2): 32- 35. (in Chinese)

作者简介:



李银霞(1974-) 女,河南扶沟人,博士,2004年毕业于北京航空航天大学人机与环境工程专业,现在北京航空航天大学力学博士后流动站从事博士后研究工作。研究方向为人机工程仿真与评价。E-mail: liyinxia@buaa.edu.cn, 联系电话: 010 82339357-802(0)。

(责任编辑: 刘振国)