

基于AHP-TOPSIS的装备保障信息定量评价研究

赵国存^{1,3}, 刘占岭²

(1. 军械工程学院, 石家庄 050003;
2. 军械技术研究所, 石家庄 050000; 3. 66071部队, 石家庄 050081)

摘要: 首先,根据装备保障信息评价的原则,利用层次分析法(AHP)构建装备保障信息评价的层次结构模型,确定指标的权重系数。然后,将多目标决策中的逼近理想解法应用到以矩阵为元素的空间中,按照与最小理想点的相对接近度对装备保障信息作出综合评价。最后,通过对装备保障信息实例进行量化计算,检验模型的有效性。

关键词: 装备保障信息评价; 指标体系; AHP; TOPSIS

中图分类号: E233 **文献标识码:** A

文章编号: 1672-9242(2012)04-0118-05

Quantitative Evaluation of Equipment Support Information Based on AHP-TOPSIS

ZHAO Guo-cun^{1,3}, LIU Zhan-ling²

(1. Ordnance Engineering College, Shijiazhuang 050003, China;
2. Ordnance Technical Research Institute, Shijiazhuang 050000, China; 3. Unit 66071 of PLA, Shijiazhuang 050081, China)

Abstract: Based on the principles of equipment support information evaluation, equipment support information AHP model was established to determine target weight. Imminent ideal solution method in TOPSIS was applied to space with matrix elements, and comprehensive evaluation of equipment support information was made according to the minimal relative distance between evaluation index matrix and ideal solution matrix. The availability of this method was verified by calculating actual value of examples.

Key words: equipment support information evaluation; index system; AHP; TOPSIS

未来信息化战争中,信息驱动物质的流动和能量的释放,以及及时、准确的信息,对作战和保障都至关重要^[1]。具体到装备保障而言,不管是采取可视化保障,还是采取一体化保障,或者是采取其他的保障方式^[2],保障信息都将通过其联结、融合、增值等方

式,影响装备保障的各个要素,作用于装备保障的各个环节,为装备保障提速,最终形成一种以保障信息为主导的新的装备保障格局。

在建设信息化军队的过程中,装备保障工作产生的信息繁杂无序,且呈现海量趋势,“信息缺乏”和

收稿日期: 2012-02-29

作者简介: 赵国存(1983—),男,河北宁晋人,硕士研究生,主要研究方向为装备保障信息管理。

“信息迷茫”的问题同时困扰着装备保障决策者和实施者。对收集到的装备保障信息如何进行评价,并判断其价值,直接关系到信息对装备保障的作用效果。因此,对装备保障信息评价进行研究,具有积极的理论和现实意义。

1 装备保障信息及其评价

1.1 装备保障信息概念

目前,人们对装备保障信息的概念存在两种理解。一种是狭义的,指装备保障活动中产生并经过加工处理的有用信息,如装备保障中管理、供给、维修、训练等各方面存在的信息,都属于装备保障信息的范畴。另一种是广义的^[9],指装备保障活动中产生的信息、装备保障人员的信息、装备保障环境的信息等要素的集合,包括:装备保障活动中产生并经过加工处理的有用信息;为遂行装备保障任务而配备的装备保障人员的信息;装备保障所处的环境的信息;其他信息要素的集合,如装备保障设施、机构、经费等方面的信息。文中研究的是广义的装备保障信息,因为它与狭义的装备保障信息相比,更系统,更整体。

1.2 装备保障信息评价

信息价值是信息的一项本质属性,是一切信息存在的基本前提。装备保障信息评价是指,针对收集到的装备保障信息的价值,以装备保障使用者的各方面需求特性为标准,进行综合评价,判断信息是否能满足装备保障工作的需要^[9]。装备保障信息评价具体从两个方面入手^[9]。

1) 对装备保障信息本身价值的评价。它是对装备保障活动中产生的信息、装备保障人员的信息、装备保障环境的信息等本身价值的大小进行研究,是考察信息内容反映装备保障活动的准确可靠程度以及对下一步行动指导作用大小的过程。

2) 对装备保障信息源的评价。装备保障工作中的信息源包括:(1)上级装备保障部门和首长的命令与指示,是在全局的角度对装备保障工作的谋划,最具权威性,是装备保障人员制定决策、实施行动的前提;(2)本级装备保障部门内部掌握的信息,是装

备保障人员自身经验和所掌握信息的综合,受主观因素影响较大,是装备保障人员制定决策、实施行动的依据;(3)下级基层单位上报的装备保障信息,是装备保障人员掌握情况的基本手段,其真实程度至关重要,是装备保障人员制定决策、实施行动的基础;(4)各级通过其他渠道获得的信息,其偶然性和风险性较大,在研判过程中必须谨慎对待,也是信息评价的重点内容。

通过对这两方面的评价,可以大大增加对装备保障信息价值的把握,减少装备保障工作中的风险与失误。

2 评价指标体系的确立

2.1 评价指标体系确立的基本原则

装备保障信息价值的属性具有多面性,给其评价带来了一定的困难。评价指标体系的建立是评价的关键环节,在很大程度上决定着评价目标的实现。在确立装备保障信息价值评价指标体系时,主要遵循以下原则。

1) 系统整体性。装备保障信息涉及到保障工作的方方面面,只有构建的信息价值评价指标体系从系统整体的角度出发,才能客观反映装备保障信息价值的真实情况。

2) 针对性。信息价值的影响因素很多,在不同领域,其侧重点各不相同,在构建信息价值评价指标体系时,必须结合装备保障信息的特点,有针对性地选择相对重要的影响因素进行指标体系的构建。

3) 简要性。评价指标体系的因素选择应简繁有度。在保证评价效果的前提下,对评价结果影响较大的主因素应尽量详尽,次要因素可适当简化,以减少计算量,提高评价效率。

2.2 评价指标体系的构建

层次分析法(简称AHP法)是一种定性分析与定量分析相结合的多目标决策分析方法^[9],它充分利用人的分析、判断和综合能力,将决策者的经验判断给予量化,对目标(因素)结构复杂且缺乏必要数据的情况,具有高度的有效性、可靠性、简明性和广泛的适用性。文中利用AHP法构建评价指标体系,确定

评价指标的权重,基本步骤如下。

1) 建立层次结构模型。在信息评价过程中,可选取的标准很多。结合装备保障活动对保障信息的需求特点,在评价信息本身价值的过程中,重点对指导性、准确性、完备性、重要性、时效性、适用性、动态性、简洁性、保密性、预见性这十方面的特性进行分析。同时,在评价信息源的过程中,重点对信息源的可靠性、权威性和接近性这三方面的特性进行分析。指导性是指信息对保障活动在宏观上的指导作用;准确性是指信息内容与客观实际的契合程度;完备性是指信息各方面要素是否具备;重要性是指信息所反映事件的重要程度;时效性是指信息所反映情况的时间远近;适用性是指信息与保障活动的相关程度;动态性是指信息持续反映保障活动变化的情况;简洁性是指信息表现形式是否直观、明了;保密性是指信息传播范围和公开程度大小;预见性是指信息对保障活动前景的预测水平;可靠性是指信息源过去提供信息的准确度和稳定性;权威性是指信息源自身地位的适当性和经验丰富程度;接近性是指信息源与信息所反映情况的接近程度。装备保障信息价值评价指标层次结构模型如图1所示。



图1 信息评价层次结构模型

Fig. 1 Analytic hierarchy model of information evaluation

2) 建立判断矩阵。依据 Saaty 的“1~9 标度方法”(见表1),对同一层各因素关于上一层指标的重要性进行两两比较,建立一系列的判断矩阵。

表1 比例标度 a_{ij} 的含义

Table 1 Meaning of the proportion degree

y_i/y_j	同等重要	略为重要	明显重要	尤为严重	异常严重	等级之间
a_{ij}	1	3	5	7	9	2,4,6,8

第一层判断矩阵为:

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 2 \\ 1/2 & 1 \end{bmatrix}$$

第二层判断矩阵分别为:

$$B = \begin{bmatrix} 1 & 1/7 & 1 & 1/5 & 1/7 & 1 & 1/3 & 3 & 1/5 & 1 \\ 7 & 1 & 5 & 3 & 1 & 5 & 5 & 9 & 3 & 7 \\ 1 & 1/5 & 1 & 1/3 & 1/5 & 3 & 1/3 & 3 & 1/5 & 1/3 \\ 5 & 1/3 & 3 & 1 & 1/3 & 5 & 3 & 7 & 1 & 5 \\ 7 & 1 & 5 & 3 & 1 & 5 & 3 & 9 & 3 & 7 \\ 1 & 1/5 & 1/3 & 1/5 & 1/5 & 1 & 1/3 & 5 & 1/5 & 1 \\ 3 & 1/5 & 3 & 1/3 & 1/3 & 3 & 1 & 7 & 1/3 & 3 \\ 1/3 & 1/9 & 1/3 & 1/7 & 1/9 & 1/5 & 1/7 & 1 & 1/7 & 1/5 \\ 5 & 1/3 & 5 & 1 & 1/3 & 5 & 3 & 7 & 1 & 5 \\ 1 & 1/7 & 3 & 1/5 & 1/7 & 1 & 1/3 & 5 & 1/5 & 1 \end{bmatrix}$$

$$C = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 1/2 & 1 & 2 \\ 1/3 & 1/2 & 1 \end{bmatrix}$$

3) 计算被比较因素的相对权重,进行一致性检验,最终合成系统总权重。首先计算各矩阵的最大特征根和相应的特征向量,然后进行一致性检验。进行一致性检验时,需要计算一致性指标 CI,查询平均随机一致性指标 RI(见表2),并计算出一致性比例 CR。其中, $CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$ (n 为判断矩阵 A 的阶数, λ_{max} 为 A 的最大特征值); $CR = \frac{CI}{RI}$, $CR < 0.1$ 时,一致性可以接受。

表2 一致性指标

Table 2 Consistency index RI

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
RI	0	0	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49	1.51

经计算,判断矩阵 A 的特征向量和特征值分别为: $W_A=(0.66, 0.34)$, $\lambda_{max}=2$, $CI=0$, $CR=0$, 满足一致性要求。

经计算,判断矩阵 B 的特征向量和特征值分别为: $W_B=(0.033, 0.252, 0.038, 0.133, 0.239, 0.034, 0.078, 0.014, 0.140, 0.039)$, $\lambda_{max}=10$, $CI=0.0872$, $CR=0.0585 < 0.1$, 满足一致性要求。

经计算,判断矩阵 C 的特征向量和特征值分别为: $W_C=(0.540, 0.297, 0.163)$, $\lambda_{max}=3$, $CI=0.0046$, $CR=0.0079 < 0.1$, 满足一致性要求。

判断矩阵**B**的特征向量与其相对总体目标**A**的权重相乘,判断矩阵**C**的特征向量与其相对总体目标**A**的权重相乘,二者组合即为系统对底层因素的总权重。经计算,得 $W=(0.022,0.166,0.025,0.088,0.158,0.022,0.051,0.009,0.092,0.026,0.184,0.101,0.055)$ 。

3 基于TOPSIS的装备保障信息评价

3.1 TOPSIS简化模型介绍

TOPSIS是一种根据相对接近度 d_i 的大小来权衡评价对象总体价值的评价方法, d_i 越大,评价对象的总体价值越大^[7]。文中结合装备保障信息特性,对该方法进行了简化,其基本过程如下。

设待评价信息条数为 m , 评价指标个数为 n , 每条待评价信息的专家打分均值为:

$$x_i=(x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{in})^T \quad i=1, 2, \dots, m \quad (1)$$

将 m 条待评价信息的专家打分均值组合为原始评价矩阵, 记为:

$$X = \begin{bmatrix} x_1^T \\ x_2^T \\ \vdots \\ x_m^T \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \cdots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \cdots & x_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ x_{m1} & x_{m2} & \cdots & x_{mn} \end{bmatrix} \quad (2)$$

将 X 矩阵中的元素按照下式进行规范化:

$$y_{ij} = \frac{x_{ij}}{(\sum_{i=1}^m x_{ij}^2)^{1/2}} \quad (3)$$

得到规范化评价矩阵:

$$Y = [y_{ij}]_{m \times n} \quad (4)$$

将上面利用AHP法得到的总权重 W 对 Y 矩阵进行加权:

$$Z=W \cdot Y \quad (5)$$

得到加权规范化评价矩阵:

$$Z = \begin{bmatrix} z_1^T \\ z_2^T \\ \vdots \\ z_m^T \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} z_{11} & z_{12} & \cdots & z_{1n} \\ z_{21} & z_{22} & \cdots & z_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ z_{m1} & z_{m2} & \cdots & z_{mn} \end{bmatrix} \quad (6)$$

将 Z 矩阵中的各行向量视为 n 维线性空间中的 m 个向量或者点。将 Z 矩阵中由每列取最大值元素组成的向量定义为最大理想点 z^+ ; 将 Z 矩阵中由每

列取最小值元素组成的向量定义为最小理想点 z^- , 即:

$$z^+ = (z_1^+, z_2^+, \dots, z_n^+)^T, z_j^+ = \max\{z_{ij}\}, \quad j=1, 2, \dots, n \quad (7)$$

$$z^- = (z_1^-, z_2^-, \dots, z_n^-)^T, z_j^- = \min\{z_{ij}\}, \quad j=1, 2, \dots, n \quad (8)$$

定义行向量 z_i 对最小理想点 z^- 的相对接近度为:

$$d_i = \frac{[\Delta z_i, \Delta z^-]}{\sum_{j=1}^n (z_j^+ - z_j^-)^2} \quad (9)$$

式中: $[\Delta z_i, \Delta z^-]$ 是 Δz_i 和 Δz^- 的内积, $\Delta z_i = z_i - z^-$, $\Delta z_i = z_i - z^-, i=1, 2, \dots, m; d_i \in [0, 1]$ 。

3.2 模型应用

假定某维修保障分队收集到如下三项有关保障工作的信息:信息**A**, 战士a说部队将于三月到四月期间到野外开展通信保障训练;信息**B**, 机关参谋b说部队将于近期到野外开展通信保障训练;信息**C**, 友邻单位军官c说部队将于三月到四月期间携带几十台通信装备到野外开展保障训练。

为了尽可能滤除冗余无效信息,在信息收集过程中,只选取那些亲身参加或者非常了解保障活动且可信度较高的人员所提供的信息。为了保证评价结果的客观公正,邀请了10名经验丰富的装备保障专家,他们中间有的是该保障分队的首长,有的是资深的技术专家,还有长年参加保障活动的老士官。请他们对以上三项信息的各项指标按照十分制进行打分,得分保留到小数点后一位。在获得各位专家的初始评价分数后,为保证得分的可靠性,对数据进行适当预处理。笔者按照与普通演讲比赛相类似的得分处理规则,首先将各项信息中单个指标的一个最高得分和一个最低得分去除,然后将各项指标的其余八个得分相加,求得平均值,最终得到三项信息的平均得分,见表3。

利用(1)~(5)式进行计算,得到加权规范化评价矩阵,见(10)式。最小理想点 $z^-=(0.010,0.079,0.009,0.039,0.082,0.011,0.029,0.004,0.033,0.012,0.088,0.036,0.020)^T$,行向量 z_1 对最小理想点 z^- 的相对接近度 $d_1=0.163$,行向量 z_2 对最小理想点 z^- 的相对接近度 $d_2=0.680$,行向量 z_3 对最小理想点 z^- 的相对接近度 $d_3=0.726$ 。

表3 待评信息得分均值

Table 3 Average scores of the information to be evaluated

项目	指导性	准确性	完备性	重要性	时效性	适用性	动态性	简洁性	保密性	预见性	可靠性	权威性	接近性
信息A	4	6	7	6	7	6	4	5	3	6	5	3	4
信息B	5	5	4	5	6	5	4	6	6	5	7	6	8
信息C	6	7	8	8	7	6	4	4	5	7	6	5	6

$$Z = \begin{bmatrix} z_1^T \\ z_2^T \\ z_3^T \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.010 & 0.095 & 0.015 & 0.047 & 0.096 & 0.013 & 0.029 & 0.005 & 0.033 & 0.015 & 0.088 & 0.036 & 0.020 \\ 0.013 & 0.079 & 0.009 & 0.039 & 0.082 & 0.011 & 0.029 & 0.006 & 0.066 & 0.012 & 0.123 & 0.072 & 0.041 \\ 0.015 & 0.111 & 0.018 & 0.063 & 0.096 & 0.013 & 0.029 & 0.004 & 0.055 & 0.017 & 0.105 & 0.060 & 0.031 \end{bmatrix} \quad (10)$$

结果表明,信息C的价值最大,信息B的价值次之,信息A的价值最小。保障分队首长可以根据信息C适当增加通信装备的备件储备,为保障工作打好基础。该结果比较符合部队装备保障实际,从而证明了本模型从多维向量角度对装备保障信息价值进行评价的可行性,模型可以应用于实践。

4 结语

针对装备保障信息进行讨论,将AHP-TOPSIS应用到装备保障信息的定量评价中,确立了装备保障信息评价指标体系,构造出装备保障信息综合评价模型,并对其进行了量化计算。该模型的优点在于不损失指标的初始信息,使评价结果与实际非常接近;缺点在于只能计算各信息的相对近似价值,专家的个人因素对评价结果有一定影响。在实际工作中,该方法可以为装备保障信息评价提供客观有效的技术手段。此外,该评价方法可以通过Matlab编

程实现,省去计算过程,便于应用。

参考文献:

- [1] 刘朝辉,王连杰,李兵,等. 陆军地面武器装备隐身涂料的开发应用[J]. 表面技术,2003,32(6):8—10.
- [2] 李良春,郭宝华,谢关友. 基于一体化联合作战的军品包装需求分析[J]. 包装工程,2008,29(10):211—213.
- [3] 杨学强,黄俊. 装备保障信息分类与代码设计研究[J]. 装甲兵工程学院学报,2006(3):6—9.
- [4] 刘姝丽,韩中庚,宋留勇,等. 信息价值的综合评价模型[J]. 信息工程大学学报,2007(8):118—120.
- [5] 张冬梅,曾忠禄. 竞争情报中的信息评价[J]. 现代情报,2006(7):187—188.
- [6] 王艳玮,王娟. 基于AHP的信息系统综合评价[J]. 现代情报,2011(10):42—46.
- [7] 江高. 模糊层次综合评价法及其应用[D]. 天津:天津大学,2005:9—11.