

doi: 10.3969/j.issn.1006-1576.2010.10.009

考虑模糊性的装备供应商选择决策方法

李华府¹, 霍香丽²

(1. 中国空空导弹研究院 第十六研究所, 河南 洛阳 471009;

2. 郑州大学 水利与环境学院, 河南 郑州 450001)

摘要: 针对装备保障工程的装备供应商选择问题中所存在的不确定性问题, 基于模糊数学理论和改进的 TOPSIS, 提出一个考虑模糊性的装备供应商选择决策方法, 并建立数学模型。该模型通过计算备选供应商到正和虚拟负理想供应商的模糊 Hausdorff 距离, 来确定各备选供应商的相对优势模糊 Hausdorff 距离, 依此对各备选供应商进行优先排序, 实现决策。通过某型机载装备的配套设备供应商选择决策案例, 对模型进行了应用。实例表明, 该方法有效地解决了供应商选择决策过程中的模糊性问题, 更加直观和准确的给出了各参与竞标单位的排序, 具有较好的适用性。

关键词: 模糊评价; 装备供应商选择; 多属性决策

中图分类号: O159; C934 **文献标识码:** A

An Equipment Suppliers Selection Decision-Making Method Based on Fuzzy Evaluation

Li Huafu¹, Huo Xiangli²

(1. No. 16 Institute, China Airborne Missile Academy, Luoyang 471009, China;

2. School of Water Conservancy & Environment, Zhengzhou University, Zhengzhou 450001, China)

Abstract: The influence of ambiguity to the equipment supplier choice decision making is studied. Based-on fuzzy mathematics theory and TOPSIS, a supportability equipment supplier decision-making method of uncertainty is proposed. The relative Hausdorff distance for tradeoff of every supplier program is obtained by calculated the every supplier program to the alternatives to the positive and virtual negative ideal scheme. At last, the model is applied to a case of bidding supplier for airborne equipment program. The example shows that the method effectively resolved the supplier selection decision-making process of the fuzzy problem, more intuitive and accurate to give a sort of all bid units, has good applicability.

Keywords: fuzzy evaluation; equipment supplier selection; multi-attributes decision-making

0 引言

装备研制过程中供应商的选择问题是装备综合保障系统工程 (Equipment Integrated Support System Engineering, EISSE) 研究的重要内容。随着武器装备复杂程度的提高, 在某种程度上, 已逐渐成为了制约现代化战争进程的关键因素之一。

通常, 在进行装备供应商选择过程中, 会综合考虑能体现供应商的优劣的若干关键指标。对供应商指标水平评价, 一般可以采用基于相关工程手册的预计和基于历史经验的专家评估两种途径。基于手册的预计只能给出其点估计值, 其误差范围可能很大^[1] (甚至高达 300%), 直接影响了决策的可信性。一些工程总体单位在供应商竞标项目中, 利用专家评估的手段得到相关指标的评估值参与决策, 由于专家评估过程中的主观因素和不确定性问题, 致使决策存在比较大的风险。

对于这类决策问题, 常规的权衡决策方法, 比如, 层次分析 (Analytic Hierarchy Process, AHP) 法^[2]、网络分析 (Analytic Network Process, ANP) 法^[3]、Delphi 法^[4]等都不能很好的解决。相关研究方面, 黄绍服^[5]等基于 AHP 和数据包络 (Data Envelopment Analysis, DEA) 法, 提出了考虑随机性影响的 AHP/随机 DEA 方法; Nowak^[6-7]开展了关于在方案指标具有一定的随机性, 而且分布已知情况下的随机决策问题研究, 提出了关于离散型随机多方案权衡决策问题的交互式决策方法; 姚升保^[8]等通过对具有随机性指标的方案决策问题的研究, 基于加权和法和期望理论提出了一个基于综合赋权的决策模型; 许原^[9]考虑了主观偏好的影响, 研究了指标确定值情况下的 TOPSIS 决策方法。

故对供应商选择决策过程中的模糊性问题进行研究, 基于模糊数学理论和改进的 TOPSIS 提出了一个考虑模糊性的装备供应商选择决策方法。

收稿日期: 2010-04-26; 修回日期: 2010-07-02

基金项目: “十一五”国防预研项目 (51319020101)

作者简介: 李华府 (1984-), 男, 河南人, 硕士, 从事装备可靠性系统工程、多属性决策理论与方法等研究。

1 改进的 TOPSIS 方法及相关定义

改进的 TOPSIS 法是在 TOPSIS 法的正理想解 x_0^+ 和负理想解的延长线上找出一个虚拟负理想解 $x^*=2x_0^- - x_0^+$, 并用 x^* 取代理想解 x_0^- , 胡永宏^[10] 证明了此改进的 TOPSIS 法比一般 TOPSIS 法更科学和合理。

定义 1: 正 (负) 理想决策方案 x_0^+ (x_0^-) 是指决策过程中, 由方案集的各备选方案中属性指标的相对最优 (劣) 值所组成的虚拟方案, 它的各个属性指标都达到各决策方案中的最好 (差) 值。

定义 2: 对于三角模糊数 $r_i = (r_i^L, r_i^M, r_i^R)$ 和 $r_j = (r_j^L, r_j^M, r_j^R)$, 称 $d_H(r_i, r_j)$ 为模糊数 r_i 、 r_j 间的 Hausdorff 距离^[11], 其中,

$$d_H(r_i, r_j) = \max \left\{ |r_i^L - r_j^L|, |r_i^M - r_j^M|, |r_i^R - r_j^R| \right\}$$

定义 3: 相对优势 Hausdorff 距离 G 是用于描述各备选方案 x_i 到虚拟负理想解 x^* 的相对密切程度的量。

2 决策问题描述

用 $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ 表示参与决策的供应商备选方案集, 用 $A = \{a_1, a_2, \dots, a_m\}$ 表示分别能描述装备供应商优劣的决策指标集, 如装备系统效能、采办进度、LCC、供应商实力、采办风险、服务质量等, 对备选方案 x_i 的指标 a_j 的评价用 $(r_{ij}^L, r_{ij}^M, r_{ij}^R)$ 来表示, 对于 n 个备选方案的权衡问题, 其决策矩阵可表示为:

$$R = \begin{matrix} & a_1 & a_2 & \dots & a_m \\ \begin{matrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_n \end{matrix} & \begin{bmatrix} (r_{11}^L, r_{11}^M, r_{11}^R) & (r_{12}^L, r_{12}^M, r_{12}^R) & \dots & (r_{1m}^L, r_{1m}^M, r_{1m}^R) \\ (r_{21}^L, r_{21}^M, r_{21}^R) & (r_{22}^L, r_{22}^M, r_{22}^R) & \dots & (r_{2m}^L, r_{2m}^M, r_{2m}^R) \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ (r_{n1}^L, r_{n1}^M, r_{n1}^R) & (r_{n2}^L, r_{n2}^M, r_{n2}^R) & \dots & (r_{nm}^L, r_{nm}^M, r_{nm}^R) \end{bmatrix} \end{matrix}$$

其中, $\omega = (\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_m)$ 表示各评价指标的权重集, 用以决策者的偏好。

对于供应商的评价指标, 诸如 LCC、采办风险等, 当 LCC、采办风险越小, 相应的评价等级就越高。故可通过对供应商的指标初步评估, 将各类型的属性全部转化为效益型指标。建立指标评价等级与三角模糊数的映射表, 如表 1。

表 1 指标评价等级与三角模糊数的映射

指标评价等级	三角模糊数
优	0.95, 0.98, 1.0
良	0.85, 0.90, 0.95
中	0.80, 0.82, 0.85
一般	0.70, 0.75, 0.80

3 综合决策模型

1) 对原始决策矩阵 R 的指标值进行规范化^[12] 处理, 得到归一化决策矩阵 B :

$$B = [b_{ij}], \quad i = 1, 2, \dots, n, \quad j = 1, 2, \dots, m$$

$$\begin{cases} b_{ij}^L = \frac{r_{ij}^L}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (r_{ij}^R)^2}} \\ b_{ij}^M = \frac{r_{ij}^M}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (r_{ij}^M)^2}}, i = 1, 2, \dots, n; j = 1, 2, \dots, 6 \\ b_{ij}^R = \frac{r_{ij}^R}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (r_{ij}^L)^2}} \end{cases} \quad (1)$$

2) 确定加权决策矩阵 B' :

$$B' = [(\omega_j b_{ij}^L, \omega_j b_{ij}^M, \omega_j b_{ij}^R)], \quad i = 1, 2, \dots, n, \quad j = 1, 2, \dots, m \quad (2)$$

3) 确定的正、虚拟负理想决策方案 x_0^+ 、 x^* :

$$x_0^+ = \{(\max_{1 \leq i \leq n} \omega_j b_{ij}^L, \max_{1 \leq i \leq n} \omega_j b_{ij}^M, \max_{1 \leq i \leq n} \omega_j b_{ij}^R), j = 1, 2, \dots, m\} \quad (3)$$

$$x_0^- = \{(\min_{1 \leq i \leq n} \omega_j b_{ij}^L, \min_{1 \leq i \leq n} \omega_j b_{ij}^M, \min_{1 \leq i \leq n} \omega_j b_{ij}^R), j = 1, 2, \dots, m\} \quad (4)$$

$$x^* = 2x_0^- - x_0^+ \quad (5)$$

4) 计算备选方案 x_i 到理想方案 x_0^+ 、 x^* 的 Hausdorff 距离^[11] γ_{i0}^+ 、 γ_{i0}^* :

将理想方案 x_0^+ 、 x^* 作为被比较的标准, 将 x_i ($i = 1, 2, \dots, n$) 作为被比较的集合。

(1) 备选方案 x_i 到正理想方案 x_0^+ 的 Hausdorff 距离 γ_{i0}^+ 为:

$$\gamma_{i0}^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^m d_H(b_{ij}, b_{i0}^+)} \quad (6)$$

$$b_{ij} = (\omega_j b_{ij}^L, \omega_j b_{ij}^M, \omega_j b_{ij}^R)$$

$$b_{i0}^+ = (\max_{1 \leq j \leq m} \omega_j b_{ij}^L, \max_{1 \leq j \leq m} \omega_j b_{ij}^M, \max_{1 \leq j \leq m} \omega_j b_{ij}^R)$$

(2) 备选方案 x_i 到虚拟负理想方案 x^* 的 Hausdorff 距离 γ_{i0}^* 为:

$$\gamma_{i0}^* = \sqrt{\sum_{j=1}^m d_H(b_{ij}^L, b_{ij}^R)}$$

$$b_{i0}^- = (\min_{1 \leq i \leq n} \omega_j b_{ij}^L, \min_{1 \leq i \leq n} \omega_j b_{ij}^M, \min_{1 \leq i \leq n} \omega_j b_{ij}^R) \quad (7)$$

$$b^* = 2b_{i0}^- - b_{i0}^+$$

其中, $g_i = \frac{\gamma_{i0}^*}{\gamma_{i0}^* + \gamma_{i0}^+}$

6) 依据相对优势 Hausdorff 距离集 G 对各备选方案的优劣进行排序, 可对各供应商的优劣进行比较。

5) 计算各备选方案 x_i 到虚拟负理想方案 x^* 的

3 案例分析

相对优势 Hausdorff 距离集 G :

某型机载装备的配套外场测试设备供应商的立项竞标问题, 其评价各供应商的指标情况如表 2。

$$G = \{g_i\}, \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (8)$$

表 2 某外场测试设备供应商情况描述

供应商/指标	(a_1)	(a_2)	(a_3)	(a_4)	(a_5)	(a_6)
供应商 1 (x_1)	良	良	中	优	优	良
供应商 2 (x_2)	优	良	中	优	良	中
供应商 3 (x_3)	良	优	良	良	中	优

结合决策者的意图和偏好以及专家意见, 可以确定各供应商备选方案指标的权重为 $\omega = [0.25, 0.2, 0.15, 0.2, 0.1, 0.1]$ 。

结合权重, 利用笔者所建的模型进行决策, 步骤如下:

1) 结合表 1 与表 2 内容, 建立决策矩阵 R :

$$R = \begin{bmatrix} (0.85, 0.90, 0.95) & (0.85, 0.90, 0.95) & (0.80, 0.82, 0.85) & (0.95, 0.98, 1.0) & (0.95, 0.98, 1.0) & (0.85, 0.90, 0.95) \\ (0.95, 0.98, 1.0) & (0.85, 0.90, 0.95) & (0.80, 0.82, 0.85) & (0.95, 0.98, 1.0) & (0.85, 0.90, 0.95) & (0.80, 0.82, 0.85) \\ (0.85, 0.90, 0.95) & (0.95, 0.98, 1.0) & (0.85, 0.90, 0.95) & (0.85, 0.90, 0.95) & (0.80, 0.82, 0.85) & (0.95, 0.98, 1.0) \end{bmatrix}$$

2) 利用式 (1) 和式 (2) 对决策矩阵 R 进行规范化, 并结合权重集 ω 建立加权决策矩阵 B' :

$$B' = \begin{bmatrix} (0.127, 0.140, 0.155) & (0.102, 0.112, 0.124) & (0.078, 0.084, 0.090) & (0.112, 0.119, 0.126) & (0.059, 0.063, 0.066) & (0.053, 0.059, 0.063) \\ (0.142, 0.153, 0.163) & (0.102, 0.112, 0.124) & (0.071, 0.084, 0.090) & (0.112, 0.119, 0.126) & (0.052, 0.058, 0.063) & (0.058, 0.063, 0.069) \\ (0.127, 0.140, 0.155) & (0.113, 0.122, 0.131) & (0.076, 0.092, 0.101) & (0.100, 0.109, 0.120) & (0.049, 0.052, 0.056) & (0.050, 0.053, 0.056) \end{bmatrix}$$

3) 利用式 (3)~式 (5) 确定的正、虚拟负理想决策方案 x_0^+ 、 x^* :

$$x_0^+ = \{(0.142, 0.153, 0.163) \quad (0.113, 0.122, 0.131) \quad (0.078, 0.091, 0.101) \quad (0.112, 0.118, 0.126) \quad (0.059, 0.063, 0.066) \quad (0.058, 0.063, 0.067)\}$$

$$x_0^- = \{(0.112, 0.128, 0.147) \quad (0.090, 0.102, 0.117) \quad (0.065, 0.076, 0.080) \quad (0.088, 0.099, 0.113) \quad (0.040, 0.042, 0.046) \quad (0.041, 0.042, 0.046)\}$$

4) 利用式 (6)~式 (8) 确定各备选方案 x_i 到负理想方案 x^* 的相对优势 Hausdorff 距离集 G :

$$G = \{0.755 \quad 0.892 \quad 0.801\}$$

5) 结合步骤 4) 所得到的相对优势 Hausdorff 距离集 G , 不难看出 $g_2 > g_3 > g_1$, 则可得: 供应商 2 优于供应商 3, 供应商 3 优于供应商 1。

4 结论

实例表明, 该方法有效地解决了供应商选择决策过程中的模糊性问题, 更加直观和准确地给出了各参与竞标的单位的优劣排序, 具有较好的实用性。该方法可以作为装备研制、竞标等过程中考虑不确定性的供应商选择权衡与优选决策的支持手段。

参考文献:

[1] Jones J, Hayes J. A Comparison of Electronic Reliability

Prediction Models[J]. IEEE Transactions on Reliability, 1999, 48(2): 127-134.
 [2] Vaidya O S, Kumar S. Analytic Hierarchy Process: An Overview of Applications[J]. European Journal of Operational Research, 2006(169): 1-29.
 [3] CHEN J K, LEE Y C. Risk Priority Evaluated by ANP in Failure Mode and Effects Analysis[J]. Quality Tools and Techniques, 2007, 11(4): 1-6.
 [4] 刘光明, 车建国, 雷聪聪. 综合模糊评判法和 Delphi 法在保障设备评价中的应用[J]. 四川兵工学报, 2009, 30(3): 44-45.
 [5] 黄绍服, 赵韩. 供应商选择的 AHP/随机 DEA 方法[J]. 重庆大学学报, 2004, 27(2): 28-31.
 [6] Maciej Nowak. Preference and Veto Thresholds in Multi-criteria Analysis Based on Stochastic Dominance[J]. European Journal of Operational Research, 2004(158): 339-350.
 [7] Maciej Nowak. INSDECM-an Interactive Procedure for Stochastic Multi-criteria Decision Problems[J]. European Journal of Operational Research, 2006(175): 1413-1430.

[8] 姚升保, 岳超源. 基于综合赋权的风险型多属性决策方法[J]. 系统工程与电子技术, 2005, 27(12): 2047-2050.
 [9] 许原. 对方案有偏好的TOPSIS供应商选择方法[J]. 物流科技, 2009(4): 40-42.
 [10] 胡永宏. 对TOPSIS法用于综合评价的改进[J]. 数学的

实践与认识, 2002, 32(4): 572-575.
 [11] 王国俊. 三角模糊数空间的可分性、局部紧性和完备性[J]. 工程数学学报, 1996, 13(3): 1-6.
 [12] 徐泽水. 对方案有偏好的三角模糊数型多属性决策方法研究[J]. 系统工程与电子技术, 2002, 24(8): 9-12.

(上接第 24 页)

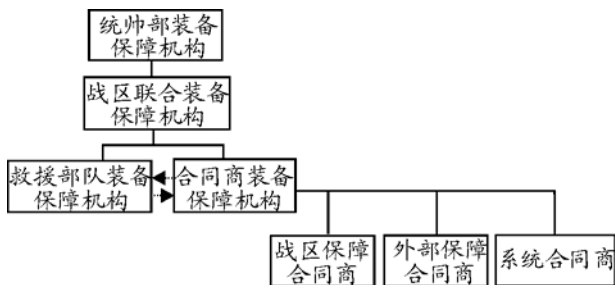


图 2 外部结构

其中, 统帅部装备保障机构是应急救援装备保障机构的最高层次, 以总装备部为主建立, 其它总部相关部门和国家有关政府部门派员参加, 通常由最高统帅部装备保障机构的最高指挥员亲自担任。其主要职能是根据统帅部作战决心和对装备保障的要求, 整体筹划和协调应急救援装备保障。

应急救援战区联合装备保障机构是应急救援中最高指挥机构。对上接受统帅部装备保障机构的指挥, 具体负责应急救援战区联合装备指挥。联合装备保障机构依托某一战区、某一军种或某集团军的装备保障指挥机关, 并进行必须的临时加强和完善; 有时还可能直接依托最高统帅部的装备保障机构。

根据灾区的实际情况还应建立救援部队装备保障机构, 由于保障对象规模、力量、空间的不同, 有时可能在几个方向建立方向应急救援部队装备保障机构。与救援部队平级的是合同商装备保障机构, 两者之间应该相互进行信息交流, 以及时对灾区的情况进行救援。它下辖战区保障合同商、外部保障合同商和系统合同商 3 个职能部门, 分别负责各自的职能, 并和上一级进行信息交流, 接受上级领导。

3.2 多“中心”的内部结构

在确保精干、高效的前提下, 根据装备指挥活动过程, 围绕指挥信息的采集、处理、利用, 设置装备指挥决策中心、协调控制中心、信息采集中心和系统管理中心等 4 个综合性部门, 其内部结构如图 3。

指挥决策中心是合同商装备保障机构的“大脑”, 由于对自身装备保障情况的了解, 使装备保障快速决策成为可能。该中心由合同商保障人员、技

术人员和业务部门有关人员组成, 主要负责总体组织计划和全面协调控制。

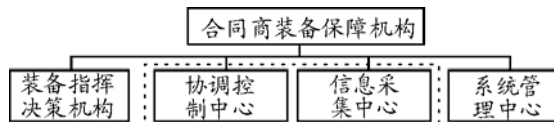


图 3 内部结构

协调控制中心和信息采集中心可由救援部队保障机构担任, 主要是进行 2 个机构间的信息交流和通信, 实现信息的实时共享。系统管理中心是维护系统信息系统并确保装备保障信息系统正常运转的部门。在应急救援装备保障中, 大量的信息将通过各指挥系统传送与分发, 以保证装备指挥员的决策和装备指挥机关对装备保障机构的指挥控制。它主要负责总体计划和全面协调控制, 并根据信息中心提供的装备保障信息, 在尽可能听取各方面意见建议的基础上, 迅速作出对装备保障行动的调整、保障资源的调配、各保障环节的转换决策, 并通过协调控制中心, 将指令下达到各执行部门, 变为实际行动。

4 结束语

合同商保障是未来军队装备保障模式的一种趋势和潮流, 上级部门对合同商保障的重视将对我军实行装备维修合同商保障机制起到良好的支撑和推动作用。随着合同商保障机制的建立, 长期以来困扰我军装备维修保障体制的问题将迎刃而解。

参考文献:

[1] 刘佳妮. 美军战场合同商保障及其战备水平对我军的启示[J]. 装甲指挥技术学院学报, 2006, 17(6): 15-18.
 [2] 马建龙, 等. 美军的战场合同商保障[J]. 现代军事, 2002(10): 56-58.
 [3] 刘广宇. 信息化作战装备指挥研究[D]. 军械工程学院, 2000.
 [4] 梁婧, 刘旭阳. 一体化联合作战装备保障体系建设初探[J]. 装甲指挥技术学院学报, 2007, 18(6): 10-13.
 [5] 司鸿昊, 李波, 赵永鹏. 浅谈陆军装备应急保障力量体系的构建[J]. 装甲指挥技术学院学报, 2005, 16(5): 35-39.
 [6] 王学义, 代冬升, 李雅峰, 等. 作战协同保障模式研究[J]. 四川兵工学报, 2009(7): 102-104.