

基于层次分析法和集对分析法的 军用车辆器材保障能力综合评价

王亮,王君杰,杜俊霖,王继庆
(军事交通学院 汽车工程系,天津 300161)

[摘要]采用层次分析法确定评价指标的权重,使用集对分析同一度的评价方法对不同保障条件下的车辆器材保障能力进行评价,最终得到评价结果。实例分析和计算结果表明该评价模型合理、有效、可行。

[关键字]车辆器材;保障能力;层次分析;集对分析;评价

[中图分类号]E233

[文献标识码]A

[文章编号]1005-152X(2009)11-0227-03

AHP-SPA-based Synthetic Evaluation of Military Vehicle Equipment Support Capacity

WANG Liang, WANG Jun-jie, DU Jun-lin, WANG Ji-qing
(Dept. of Vehicle Engineering, Academy of Military Transportation, Tianjin 300161, China)

Abstract AHP is used to determine the weight of evaluation indexes and SPA is used to evaluate vehicle equipment support capacity in different support conditions. The evaluation results are obtained. The analysis on practical example and the result of calculation prove that the evaluation model is reasonable, effective and feasible.

Keywords: vehicle equipment; support capacity; AHP; SPA; evaluation

1 引言

车辆器材是车辆维修必须的保障资源,是实施换件修理的必要物质条件。能否及时有效地提供维修所需器材,直接影响到车辆的可用性。在具体实施保障的过程中,保障能力是保证损坏车辆及时、有效恢复其性能的关键。因此,如何科学地反映车辆器材保障能力具有重要意义。

车辆器材保障能力是一种多种要素组成的综合能力,在其评价体系中存在着定量指标和定性指标,如果采用单一的评价方式很难进行综合测量。因此,本文采用两种方法对车辆器材保障能力进行综合评价。首先采用层次分析法确定评价体系中各个评价指标的权重,第二步采用集对分析同一度的方案对评价指标进行评价,第三步结合不同保障条件的权重,最终得出评价结果。

2 利用层次分析法确定各指标权重

层次分析法 (Analytic Hierarchy process, AHP) 是美国运筹

学家萨蒂 (T. L. Satty) 于上世纪 70 年代初提出的^[2], 是一种定性、定量分析相结合的多目标决策分析方法。

利用层次分析法确定各个指标的权重, 步骤如下:

(1) 建立层次模型, 确定各个评价指标。如图 1 所示。

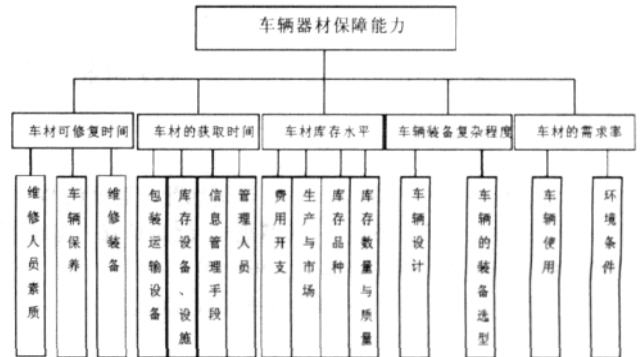


图 1 评价指标体系

(2) 构造两两比较判断矩阵。其中 a_{ij} 表示第 i 个指标对第 j 个指标的影响程度, 即表示由于一指标发生变化给另一指标带来的影响。矩阵中的 a_{ij} 须请专家评定给出, a_{ij} 的取值见表 1。

[收稿日期]2009-07-13

[作者简介]王亮(1964-)男,山东淄博人,教授,硕士研究生导师,主要从事军事物流、供应链管理、物资储备优化、物资保障能力评价等方面的研究;王君杰(1985-)男,河北石家庄人,在读硕士研究生,主要从事车辆装备器材管理方面研究。

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & \cdots & a_{1n} \\ \cdots & \cdots & \cdots \\ a_{m1} & \cdots & a_{mn} \end{bmatrix}$$

表 1 a_{ij} 的取值

重要性	极重要	很重要	重要	略重要	相等	略不重要	不重要	很不重要	极不重要
a_{ij}	9	7	5	3	1	1/3	1/5	1/7	1/9

注:取 8, 6, 4, 2, 1/2, 1/4, 1/6, 1/8 为上述评价价值的中间值。

(3)确定权重。利用方根法近似确定各评价指标的权重

W:

①计算判断矩阵 A 每一行的积

$$M_i = \prod_{j=1}^n a_{ij}, i=1, 2, \dots, n$$

②计算各行 n 次方根

$$W_i = \sqrt[n]{M_i}, i=1, 2, \dots, m$$

③对向量 $W = (W_1, W_2, \dots, W_m)^T$ 进行归一化处理, $W_i =$

$$\frac{W_i}{\sum_{i=1}^m W_i}, \text{向量 } w = (w_1, w_2, \dots, w_m)^T \text{ 就是所求权重。}$$

④对判断矩阵进行一致性检验。CI 为层次总排序一致性指标。RI 为层次总排序平均随机一致性指标, CR 为层次总排序随机一致性比例。它们的表达式分别为:

$$CI = \frac{\lambda_{max} - 1}{n - 1}$$

式中 λ_{max} 为判断矩阵最大特征根, n 为阶数。

RI 值见表 2。

表 2 RI 的取值

阶数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0	0	0.58	0.9	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49

若 $CR > 0.1$, 则应修改判断矩阵; 若 $CR \leq 1$, 则认为排序的计算结果满意。

3 采用集对分析同一度的方案对评价指标进行评价

集对分析(Set Pair Analysis, SPA)是赵克勤在上世纪 80 年代提出的一种系统分析方法^[9]。所谓集对, 就是具有一定联系的两个集合所组成的对子, 集对分析的基本思想是对系统作同异反分析并加以定量刻画, 建立同异反联系度表达式

$$u = a + bi + cj$$

式中, a, b, c 分别称为同一度、差异度、对立度。i 为差异度标记符号或相应系数, 取值范围[-1, 1]; j 为对立度标记符号或相应系数, 取值规定为 -1, a, b, c 满足归一化条件 $a + b + c = 1$ 。

针对本文所研究问题, 不需要对差异性和对立性分析, 所以本文采用集对分析同一度的方案对评价指标进行评价。评价步骤如下:

(1)构建车辆器材保障的理想方案。表 3 为不同保障条件下评价指标的取值。

表 3 不同保障条件下评价指标的取值

方案指标	01	02	...	n	最优值
维修人员素质	$a_{1,1}$	$a_{1,2}$		$a_{1,n}$	$a_{1,0}$
车辆保养	$a_{2,1}$	$a_{2,2}$		$a_{2,n}$	$a_{2,0}$
维修设备	$a_{3,1}$	$a_{3,2}$		$a_{3,n}$	$a_{3,0}$
包装运输设备	$a_{4,1}$	$a_{4,2}$		$a_{4,n}$	$a_{4,0}$
库存设备、设施	$a_{5,1}$	$a_{5,2}$		$a_{5,n}$	$a_{5,0}$
信息管理手段	$a_{6,1}$	$a_{6,2}$		$a_{6,n}$	$a_{6,0}$
管理人员	$a_{7,1}$	$a_{7,2}$		$a_{7,n}$	$a_{7,0}$
费用开支	$a_{8,1}$	$a_{8,2}$...	$a_{8,n}$	$a_{8,0}$
生产与市场	$a_{9,1}$	$a_{9,2}$		$a_{9,n}$	$a_{9,0}$
库存品种	$a_{10,1}$	$a_{10,2}$		$a_{10,n}$	$a_{10,0}$
库存数量与质量	$a_{11,1}$	$a_{11,2}$		$a_{11,n}$	$a_{11,0}$
车辆设计	$a_{12,1}$	$a_{12,2}$		$a_{12,n}$	$a_{12,0}$
车辆的装备选型	$a_{13,1}$	$a_{13,2}$		$a_{13,n}$	$a_{13,0}$
车辆使用	$a_{14,1}$	$a_{14,2}$		$a_{14,n}$	$a_{14,0}$
环境条件	$a_{15,1}$	$a_{15,2}$		$a_{15,n}$	$a_{15,0}$

由表 3, 得到理想方案为 $x = (a_{1,0}, a_{2,0}, \dots, a_{15,0})^T$ 。

(2)形成不同保障条件的评价与理想评价同一度联系矩阵 B

$$b_{ij} = \begin{cases} \frac{a_{ij}}{a_{i,0}}, a_{ij} \leq a_{i,0} \\ \frac{a_{i,0}}{a_{ij}}, a_{ij} > a_{i,0} \end{cases}$$

则得到

$$B = \begin{bmatrix} b_{1,1} & \cdots & b_{1,n} \\ \cdots & \cdots & \cdots \\ b_{15,1} & \cdots & b_{15,n} \end{bmatrix}$$

(3)计算各个保障条件下保障方案与理想方案的同一度

$$T = B^T \cdot W$$

$$= (t_1, t_2, \dots, t_n)^T$$

根据 t 值的大小可以判断出, 在不同保障环境下的部队车辆器材保障能力, t 值越大, 保障能力越强。如 $t_1 > t_2$, 则说明部队在条件 01 下的保障能力大于条件 02 下的保障能力。

4 确定车辆器材保障能力

根据部队车辆器材保障历史, 按照某种车辆器材保障条件的次数占总保障次数的比例, 确定各个保障条件的权重 $Y = (y_1, y_2, \dots, y_n)^T$, 则车辆器材保障能力为:

$$r^* = T^T \cdot Y$$

5 实例分析

表 4 是在四种保障能力条件下各个评价指标的取值。

表 4 四种保障能力条件下各个评价指标的取值

方案指标	01	02	03	04	最优值
维修人员素质	8.5	7	5	6	8.5
车辆保养	6	6.5	5	8	8
维修设备	5	3.5	3.5	2.5	5
包装运输设备	3	2.5	4	2	4
库存设备、设施	4	4	3.5	3.5	4
信息管理手段	3.5	3	4.5	3	4.5
管理人员	5	4	4	4.5	5
费用开支(万元)	1.3	2	1	2.2	1
生产与市场	2	2.5	2	3	3
库存品种	3	2	3.5	3	3.5
库存数量与质量	4.5	4	2	2.5	4.5
车辆设计	3	3	3	2	3
车辆的装备选型	4	4	3	2	4
车辆使用	3.5	2	3	4	4
环境条件	2.5	5	3	3	5

则理想方案为 $x=(8.5,8.5,4.4,4.5,5.1,3.3,5.4,5.3,4,4.5)$ 。

从而得到同一度联系矩阵 B

$$B = \begin{pmatrix} 1.000 & 0.750 & 1.0 & 0.750 & 1.000 & 0.778 & 1.0 & 0.769 & 0.667 & 0.875 & 1.000 & 1.0 & 1.00 & 0.875 & 0.5 \\ 0.824 & 0.813 & 0.7 & 0.625 & 1.000 & 0.667 & 0.8 & 0.500 & 0.833 & 0.571 & 0.889 & 1.0 & 1.00 & 0.500 & 1.0 \\ 0.588 & 0.625 & 0.7 & 1.000 & 0.875 & 1.000 & 0.8 & 1.000 & 0.667 & 1.000 & 0.444 & 1.0 & 0.75 & 0.750 & 0.6 \\ 0.706 & 1.000 & 0.5 & 0.500 & 0.875 & 0.667 & 0.9 & 0.455 & 1.000 & 0.857 & 0.556 & 0.7 & 0.50 & 1.000 & 0.6 \end{pmatrix}^T$$

结合层次分析法得到的各个评价指标的权重：

$$W=(0.067,0.026,0.030,0.026,0.066,0.148,0.026,0.200,0.025,0.043,0.043,$$

$$0.028,0.057,0.076,0.138)^T$$

各个保障条件下保障方案与理想方案的同一度为：

$$T=B^T \cdot W$$

$$=(0.814 \ 7,0.743 \ 7,0.818 \ 5,0.664 \ 8)$$

从以上结果可以看出，在 03 保障条件下保障能力最强，在 04 保障条件下保障能力最弱。

$$\text{最后 四种保障条件的权重 } Y=(0.124,0.265,0.312,0.299)^T$$

$$r^*=T^T \cdot Y$$

$$=0.752 \ 3$$

这是车辆器材保障能力的最终结果。

6 结语

将集对分析同一度的思想和层次分析法应用到车辆器材保障能力评价中,充分考虑到不确定因素的影响,并通过对多种不同保障条件下的评价,比较全面地,真实地反映了部队的车辆器材保障能力。同时,可以明确地得到部队在什么保障条件下保障能力高,在什么保障条件下保障能力低,这为部队提高车辆器材保障能力提出了明确的方向。方法中所涉及到的数据处理和公式的运算,可以通过 matlab 简单快速地得到最终结果,所以这是一种简单、易于操作的评价方法。

[参考文献]

- [1]王亮.军用车辆器材保障学[M].天津:军事交通学院,2007.
- [2]张最亮,李长生,等.军事运筹学[M].北京:军事科学出版社,1993.
- [3]李会山,郑炳良,等.车辆器材保障能力综合评价[J].天津工业大学学报,2001,20(1):31-33.
- [4]赵克勤.基于集对分析同一度的方案综合评价决策[J].决策探索,1994(2).
- [5]赵克勤.集对分析及其初步应用[M].杭州:浙江科学技术出版社,2000.
- [6]徐应涛,张莹,等.基于层次分析法和不确定性集对分析的在线信誉评价体系[J].浙江师范大学学报(自然科学版),2008,31(2):148-151.

(上接第 202 页)

本文介绍了实现基于 Google Earth 的监控系统的系统具体架构方案和技术要点,该方案的最大特点是,使用免费的 Google Earth 并对其进行二次开发,使之作为物流配送监控系统监控端。该方案不仅可以实现车辆监控系统所应有的功能,还同时降低了系统的总投资成本,因而具有一定的研究意义和推广价值。

但是,应用第三方(如,Google Earth)架设的地图服务器,也会对用户造成一些不可避免的使用上的限制。例如用户无法对系统进行必需的升级,系统的性能也无法得到保证等等,都可能造成系统的不稳定,在应用时要考虑出现这种情况的处理方法。

总之,针对中小企业资金实力及技术条件的限制,基于 Google Earth 的物流配送监控系统仍不失为一种适合该类企业的最佳选择。

[参考文献]

- [1]许松华,彭宏勤.基于组件 GIS、GPS 及 SMS 技术的车辆监控调度系

统的应用开发[J].大众科技,2006,(1):46-48.

- [2]张庆全,土培东,林富明,周墨.车辆监控系统中 GPRS 通信平台的设计与实现[J].测绘与空间地理信息,2006,29(5):79-82.
- [3][美]John R Vacca 著,傅海洋,等译.无线数据通讯技术解密[M].北京:人民邮电出版社,2005.
- [4]姚领田.编著.精通 MFC 程序设计[M].北京:人民邮电出版社,2006.
- [5]罗斌,罗顺文,等编著.Visual C#2005 编程技巧大全[M].北京:中国水利水电出版社,2007.
- [6]王珊,萨师煊.数据库系统概论(第四版)[M].北京:高等教育出版社,2006.
- [7]刘彦博,胡砚,马琪编著.Windows Mobile 平台应用与开发[M].北京:人民邮电出版社,2006.
- [8]江宽,龚小鹏.程序天下 Google API 开发详解 Google Maps 与 Google Earth 双剑合璧[M].电子工业出版社,2008
- [9]antwong.Establish a GPRS connection with TcpClient[EB/OL].http://blogs.msdn.com/anthonywong/archive/2006/03/13/550686.aspx,2006-3-13/2009-6-20.