

【兵器与装备】

灰色理论在装备技术保障指挥效能 预测性评估中的应用*

左 雄,任 煜,韩营团,吕修东

(解放军炮兵学院,合肥 230031)

摘要:基于装备技术保障指挥效能预测性评估的重要性,介绍了一种确定目标排序的方法——灰色关联分析法,其基本思想是一种相对性的排序分析,是一种确定方案重要性的切实可行的方法.通过算例来说明灰色关联分析法在装备技术保障指挥效能预测性评估中的具体应用.

关键词:装备技术保障;效能评估;灰色关联分析法

中图分类号: E920, N941.5

文献标识码: A

文章编号: 1006-0707(2008)04-0030-03

1 装备技术保障指挥效能预测性评估

装备技术保障指挥效能评估是装备技术保障指挥活动的有机组成部分,贯穿于装备保障指挥的全过程.装备技术保障指挥活动与其他社会活动相比,虽然有较多的不确定因素和随机性,但它也有自身的规律和必须遵循的准则,因此,运用科学的方法对装备技术保障指挥效能进行科学分析和评估,检查、考核装备技术保障指挥绩效,及时发现并消除指挥系统存在的问题,对优化各环节的指挥活动,进而提高整体装备保障指挥效能有着十分重要的意义.

预测性评估又叫可能性评估,是装备技术保障指挥过程初始阶段的评估活动,是指对装备技术保障指挥效能的可能性结果进行的评估.预测性评估的实质就是对一个方案的代价、利益和风险度3个要素的关系进行权衡,从而决定方案的利益价值,故预测性评估亦称战前评估,是装备技术保障指挥决策过程中非常重要的步骤,直接关系到战时装备保障计划的确定和保障决心的最终形成.从这个意义上讲,预测性评估的过程就是优选装备保障计划的过程,在装备技术保障指挥效能评估中占有极其重要的地位.

由于装备技术保障指挥活动涉及众多复杂、多变、不确定的因素,仅靠单一的定性分析的方法已无法进行有效的评估工作,只能综合运用多种数学方法分别计算各自合适的项目,进行定量评估,而后综合处理,才能得出较为科学的结论.定量分析的方法有层次分析法、模糊评判法、嫡值法等,在此,介绍一种简单易行的方法——灰色关联分

析法.

2 灰色关联分析法

1982年,我国著名学者、华中理工大学的邓聚龙教授创立了灰色系统理论,提出灰色系统理论是用来解决信息不完备系统的数学方法.他把控制论的观点和方法延伸到复杂的大系统中,将自动控制和运筹学相结合,用独树一帜的有效方法和手段,去研究广泛存在于客观世界中的具有灰色性的问题^[1-3].

在客观世界中,有许多因素之间的关系既不是“白色的”(即系统中的全部信息确定或确知)也不是“黑色的”(全部信息不确定或不确知),而是“灰色的”(系统的信息部分确定、部分不确定),分不清哪些因素间关系密切,哪些不密切,这就难以找到主要矛盾和主要特性.而灰色关联分析法的目标就是寻求一种能衡量各因素间关联程度的量化方法,以便找出影响系统发展态势的重要因素.系统发展态势的定量描述和比较方法是依据空间理论的数学基础确定参考数列(母数列)和若干个比较数列(子数列)之间的关联系数和关联度.

在预测性评估中,应用灰色关联分析法的基本思想就是一种相对性的排序分析.利用灰色关联分析法确定目标重要性排序就是要找出影响装备技术保障指挥效能预测性评估的重要目标,以便正确地选择方案^[4].

3 应用步骤

3.1 确定评判因素,给出评判因素的定量评价

影响方案重要性的因素有很多,如方案的可行性、代

* 收稿日期:2008-03-23

作者简介:左雄(1983—),男,湖北随州人,主要从事装备技术保障研究.

价、收益和风险度等.可由专家和有丰富经验的装备保障指挥员给出这些评判因素的定量评价.对于定性方案,可采用直接评分的方法给定分数.表1提供了一种采用5分制的评分标准.

根据上述评分标准,对待比较的各方案,由专家或经验丰富的装备保障指挥员逐一给出其评判因素的定量评价,统计数据如表2所示.表2中: F_0 表示参考方案,一般为理想最优方案(即各评判值均为满分),也可根据实际要求制定参考方案(各评判值); F_i 待比较的方案; $F_i(j)$ 表示对第*i*个方案的第*j*个评判因素的定量评价. $i=0,1,2,\dots,m;j=0,1,2,\dots,n$.

表1 5分制评分标准

评判因素	给定分值				
	5分	4分	3分	2分	1分
代价	小	较小	适中	较大	大
收益	大	较大	一般	较小	小
风险度	小	较小	中等	较大	大
...
<i>n</i> 因素	...	...	...	...	...

表2 评分结果统计数据

方案	评判因素						
	代价	收益	风险度	...	<i>j</i> 因素	...	<i>n</i> 因素
F_0	$F_0(1)$	$F_0(2)$	$F_0(3)$	...	$F_0(j)$	...	$F_0(n)$
F_1	$F_1(1)$	$F_1(2)$	$F_1(3)$	...	$F_1(j)$	...	$F_1(n)$
...
F_i	$F_i(1)$	$F_i(2)$	$F_i(3)$	...	$F_i(j)$	...	$F_i(n)$
...
F_m	$F_m(1)$	$F_m(2)$	$F_m(3)$	...	$F_m(j)$	...	$F_m(n)$

3.2 将原始数据进行归一化处理

用满分值去除表中的每一个评判值,得到归一化的定量评价表.

3.3 求绝对差,最小差和最大差

1) 绝对差

$$\delta_{0i} = |F_0(j) - F_i(j)| \quad (1)$$

2) 最小差

$$\delta_{\min} = \min_i \min_j |F_0(j) - F_i(j)| \quad (2)$$

3) 最大差

$$\delta_{\max} = \max_i \max_j |F_0(j) - F_i(j)| \quad (3)$$

3.4 求关联系数和关联度

1) 关联系数.关联系数记为 $\zeta_{0i}(j)$,其数学表达式为:

$$\zeta_{0i}(j) = \frac{\delta_{\min} + \rho\delta_{\max}}{\delta_{0i}(j) + \rho\delta_{\max}} \quad (4)$$

式中 ρ 为分辨系数,通常取 $\rho=0.5$.

关联系数在0~1取值,其值越大,表明2个元素之间的相关性越好.

2) 关联度.2个因素间关联性大小的度量,称为关联

度.由式(4)可以看出,在比较的全过程中,关联系数不止一个.因此取关联系数的平均值作为全过程比较的关联程度的度量.

$$\text{关联度记为: } \mu_{0i} = \frac{1}{n} \sum_1^n \zeta_{0i}(j)$$

其中*n*为评价因素个数.

3.5 相关排序

根据关联度的大小进行排序,从而确定出各待评价方案的重要性次序.

4 算例

以3个评判因素(代价,收益,风险度)为例,说明在装备技术保障指挥预测性评估中,用灰色关联分析法确定方案重要性排序的过程.

假设某次进攻战斗准备阶段,有待评估装备技术保障指挥方案6个,分别记为: $F_1, F_2, F_3, F_4, F_5, F_6$.考虑代价、收益、风险度这3个评判因素,给定参考方案 F_0 ,其评判因素的定量评价为(5,5,5).现利用灰色关联分析法确定方案的重要性排序.

- 1) 对各目标给出评判因素的定量评价,如表3.
- 2) 归一化处理,如表4所示.

表3 各因素的定量评价

方案	评判因素		
	代价	收益	风险度
F_0	5	5	5
F_1	4	4	3
F_2	4	3	5
F_3	5	4	4
F_4	3	3	4
F_5	4	5	4
F_6	2	3	4

表4 归一化处理后的评判矩阵

方案	评判因素		
	代价	收益	风险度
F_0	1	1	1
F_1	0.8	0.8	0.6
F_2	0.8	0.6	1
F_3	1	0.8	0.8
F_4	0.6	0.6	0.8
F_5	0.8	1	0.8
F_6	0.4	0.6	0.8

3) 求绝对差、最小差、最大差.

绝对差:

$$\delta_{01} = \{\delta_{01}(1), \delta_{01}(2), \delta_{01}(3)\} = \{0.2, 0.2, 0.4\}$$

$$\delta_{02} = \{\delta_{02}(1), \delta_{02}(2), \delta_{02}(3)\} = \{0.2, 0.4, 0\}$$

$$\delta_{03} = \{\delta_{03}(1), \delta_{03}(2), \delta_{03}(3)\} = \{0, 0.2, 0.2\}$$

$$\delta_{04} = \{\delta_{04}(1), \delta_{04}(2), \delta_{04}(3)\} = \{0.4, 0.4, 0.2\}$$

$$\delta_{05} = \{\delta_{05}(1), \delta_{05}(2), \delta_{05}(3)\} = \{0.2, 0, 0.2\}$$

$$\delta_{06} = \{\delta_{06}(1), \delta_{06}(2), \delta_{06}(3)\} = \{0.6, 0.4, 0.2\}$$

由上可知,最小差 $\delta_{\min} = 0$;最大差 $\delta_{\max} = 0.6$.

4) 计算关联系数和关联度.

关联系数:取 $\rho = 0.5$.

$$\zeta_{01} = \{\zeta_{01}(1), \zeta_{01}(2), \zeta_{01}(3)\} = \{0.6, 0.6, 0.43\}$$

$$\zeta_{02} = \{\zeta_{02}(1), \zeta_{02}(2), \zeta_{02}(3)\} = \{0.6, 0.43, 1\}$$

$$\zeta_{03} = \{\zeta_{03}(1), \zeta_{03}(2), \zeta_{03}(3)\} = \{1, 0.6, 0.6\}$$

$$\zeta_{04} = \{\zeta_{04}(1), \zeta_{04}(2), \zeta_{04}(3)\} = \{0.43, 0.43, 0.6\}$$

$$\zeta_{05} = \{\zeta_{05}(1), \zeta_{05}(2), \zeta_{05}(3)\} = \{0.6, 1, 0.6\}$$

$$\zeta_{06} = \{\zeta_{06}(1), \zeta_{06}(2), \zeta_{06}(3)\} = \{0.33, 0.43, 0.6\}$$

关联度:

$$\mu_{01} = \frac{1}{3}(0.6 + 0.6 + 0.43) = 0.5433$$

$$\mu_{02} = \frac{1}{3}(0.6 + 0.43 + 1) = 0.6767$$

$$\mu_{03} = \frac{1}{3}(0.6 + 0.6 + 1) = 0.7333$$

$$\mu_{04} = \frac{1}{3}(0.43 + 0.43 + 0.6) = 0.4867$$

$$\mu_{05} = \frac{1}{3}(0.6 + 1 + 0.6) = 0.7333$$

$$\mu_{06} = \frac{1}{3}(0.33 + 0.43 + 0.6) = 0.4533$$

5) 结果分析.

经过比较得到方案的重要性排序: $F_3 = F_5 > F_2 > F_1 > F_4 > F_6$. 排序结果说明方案 3 和方案 5 优于其它待选方

案,且具有同等重要性,装备指挥员可增加评判因素来进一步比较两者的优劣.

5 结论

1) 只需要备选方案的评判因素定量评价表,便可以按照程式手工计算出结果,上手快,简单易行.由于其程式分明,所以便于计算机实现.

2) 提供了待选方案价值排序,装备技术保障指挥员可以进一步结合实际任务和要求,作出多种方案选择.

需要指出的是,由于方案各因素定量评价是由相关专家根据预先制度的详细指标和原始数据给出的,其中易受人为主观因素的影响,这一点将会对价值排序产生影响.这就要求我们在实际应用当中要确保获取原始数据的真实性和定量评价的客观性,将主观因素的影响降到最低.

参考文献:

- [1] 邓聚龙.灰色系统理论教程[M].武汉:华中理工大学出版社,1990.
- [2] 蔡美德.预测与决策[M].北京:科学技术出版社,1992.
- [3] 邓聚龙.灰预测与灰决策[M].武汉:华中科技大学出版社,2002.
- [4] 赵太平,汪伦根.装备技术保障指挥学[M].北京:解放军出版社,2005.

(上接第 20 页)属于该指标的危险因素 U_{45}, U_{47} , 分别居于 5, 9 位. 技术操作虽然危险程度较大,但发生的可能性较小,因此危险性小于前 2 类指标.

4) 其他 2 类指标的危险性较小,权重均小于 0.1. 这主要是由于制定了 GJB2675—1996《弹药作业区安全技术准则》、GJB5102—2004《通用弹药检测设备安全性要求》等标准,场地的建设和设置,以及设备、仪器的制造,都充分考虑了安全问题.但 U_{24} 的危险性排在第 7 位,检查中应重视无水乙醇、航空汽油等易燃品的使用和储存.

4 结束语

构建的弹药技术检查危险性评估指标体系比较合理,能够反映出检查中存在的主要危险因素,可以作为评估部队弹药技术检查工作危险性的依据.基于层次分析法得出的危险性权重和排序,能较好的衡量主要危险因素的危险

性大小,居于危险性总排序前 10 位的危险因素可视为重大危险因素,应予以高度重视和开展有针对性的防护研究.

参考文献:

- [1] 安振涛.军械储存与环境控制[M].北京:兵器工业出版社,1998.
- [2] 李祚泳,丁晶,彭荔红.环境质量评价原理与方法[M].北京:化学工业出版社,2004.
- [3] 总装备部通用装备保障部.弹药检测总论[M].北京:国防工业出版社,2000.
- [4] 沈立.安全评价单元及其划分的有效性分析[J].中国安全科学学报,2006,16(12):130-134.
- [5] 付强,张和平,熊永祥,等.基于层次分析法的消防中队灭火救援能力评估[J].安全与环境学报,2008,8(1):156-159.