

【其他研究】

# 基于灰色关联的部署期新装备保障人员能力评估

白向华<sup>1</sup>, 张明善<sup>2</sup>, 贾长治<sup>2</sup>

(1. 军械工程学院, 石家庄 050003; 2. 7620 部队, 河南 濮阳 455000)

**摘要:**在分析部署期新装备保障人员特征因素的基础上, 提取并建立了指标体系; 运用层次分析法求取各指标权重, 建立部署期新装备保障人员能力灰色关联仿真模型, 结合专家打分, 应用 Matlab 进行模型仿真, 评估保障人员能力, 并用实例对该模型进行了验证。实践表明, 所提出的指标和模型能够运用于部署期新装备保障人员能力的评估。

**关键词:**部署期; 灰色关联法; 保障人员

**中图分类号:** N941.5

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1006-0707(2010)08-0116-03

近些年, 随着我国国防科技的大力发展, 一大批具有高技术含量的武器列装部队, 新装备部署期的保障能力对其战斗力的发挥显得尤为重要。作为保障系统中的主导要素, 保障人员的保障能力的形成是新装备部署期保障能力形成的决定性因素。因此研究并评估新装备保障人员能力具有重要的意义。

新装备部署期保障人员保障能力受到多种因素的影响, 其中有定性的也有定量的, 各种因素间相互关联、错综复杂。灰色关联分析是基于“部分信息已知”, “部分信息未知”的“小样本”、“贫信息”灰色系统分析。针对新装备保障人员保障能力的灰色特性, 采用灰色关联分析法求出获取保障人员各指标与目标指标的关联度, 结合层次分析法, 建立新装备部署期保障人员保障能力评估模型。

## 1 新装备部署期保障人员保障能力分析 & 指标体系的建立

### 1.1 新装备部署期保障人员特点分析

部署期是指新装备刚开始列装部队的 2~5 年, 这一时期是新装备战斗力和初始保障能力形成的关键时期。保障人员保障水平的快速提高成为新装备保障能力形成的主要因素<sup>[1]</sup>。在新装备部署期, 保障人员通常不能完成新装备的保障任务, 一方面由于新装备刚刚列装部队, 保障人员培训时间较短甚至没有培训, 致使保障人员个人水平的不到提高, 造成保障人员对新装备、新技术不了解, 不熟悉; 另一方面是由于在部署期内整个保障单位具备新装备

保障水平人员比率很低, 造成保障单位无法完成新装备的保障任务。因此, 本文着重从保障人员个人情况和保障单位整体情况 2 个大方面建立指标体系, 评估部署期新装备保障人员能力<sup>[2-3]</sup>。

### 1.2 指标体系的选取

针对部署期新装备保障人员的特点, 通过分析保障人员的影响因素, 对各种指标统一、规划。本文选取保障单位整体情况  $A_1$  和保障人员个人情况  $A_2$  两个一级指标, 包括人员满编率  $A_{11}$ 、人员称职率  $A_{12}$  和人员人员培训率  $A_{13}$  等在内的 13 个二级指标进行部署期新装备保障人员的保障能力评估。其指标体系如图 1 所示。

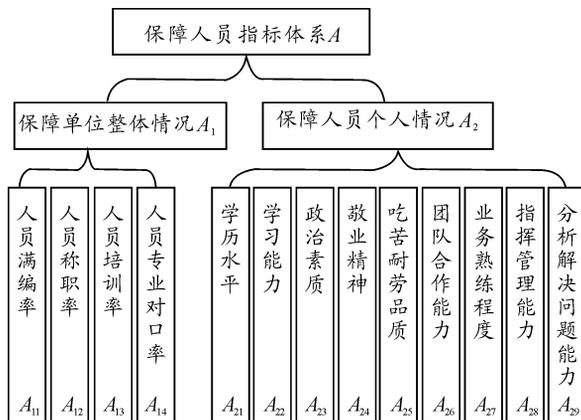


图 1 保障人员评估指标

## 2 灰色关联模型的建立

灰色系统理论是20世纪70年代由我国邓聚龙教授提出的,灰色关联分析是灰色系统理论的一个重要内容,它通过参考序列与比较序列各点之间的距离分析来确定各序列之间的差异性和相近性,从而找出各因子之间的影响关系及影响系统行为的主要因子<sup>[4-5]</sup>。

### 2.1 确定参考数列和比较数列

选择一个参考数据列

$$x_0 = (x_{01}, x_{02}, \dots, x_{0n}) \quad (1)$$

有  $m$  个比较数列  $x_1, x_2, \dots, x_m$

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

参考数据列  $x_0$  的元素是部署期新装备对保障人员要求的目标值(理想值),比较数列  $x_i$  中,  $x_1, x_2, \dots, x_m$  为被评估的各保障单位保障人员各指标值。

### 2.2 指标序列规范化

在进行关联系数计算前,通常各指标单位不同,或者初值不同的数列,这时要作处理,使之无量纲化、规范化。使指标值转化为  $[0, 1]$ 。

本文采用初值化

$$y_{ij} = \frac{x_{ij}}{x_{0j}} \quad (3)$$

( $i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n; x_{0j}$  为参考序列;  $x_{ij}$  为原始序列)

### 2.3 计算关联系数

按下述公式计算  $x_i$  对  $x_0$  在第  $j$  个元素上的关联系数 ( $j = 1, 2, \dots, n$ )

$$\gamma_{ij} = \frac{\min_i \min_j |x_{0j} - x_{ij}| + \xi \max_i \max_j |x_{0j} - x_{ij}|}{|x_{0j} - x_{ij}| + \xi \max_i \max_j |x_{0j} - x_{ij}|} \quad (4)$$

其中  $\xi \in [0, 1]$ , 通常取 0.5, 可得关联矩阵

$$R = \begin{pmatrix} \gamma_{11} & \dots & \gamma_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \gamma_{m1} & \dots & \gamma_{mn} \end{pmatrix} \quad (5)$$

### 2.4 层次分析法(AHP)计算指标权重

运用层次分析法(AHP)来确定评判指标相对于上一层指标的相对重要性权值。本文中使用的1~9标度方法,此

种标度形成的指标标度值相差较小,据有较好的均匀性<sup>[6-7]</sup>,适合新装备保障人员各项指标特性评估。

通过计算所构建的判断矩阵的特征值,得到权重向量

$$A = (A_{11}, \dots, A_{29}) = (0.12, 0.23, 0.23, 0.08, 0.01, 0.04, 0.10, 0.02, 0.03, 0.03, 0.06, 0.02, 0.03)$$

经验证,各级评判矩阵相对一致性比率  $CR < 0.1$ ,即认为各级判断矩阵检验具有满意的一致性,层次分析法得出的结论是合理的。

### 2.5 计算灰色关联度

通过上述分析,则可用确定新装备部署期保障人员保障能力的灰色关联模型为

$$E = R \times A^T \quad (6)$$

其中:  $R$  为系统关联矩阵;  $A$  为系统指标权重向量。

## 3 实例分析

对某新装备列装的3个单位( $P_1, P_2, P_3, P_4$ )保障人员能力进行评估。专家打分结果和指标统计如表1所示。

### 3.1 进行数列规范化处理

参考序列  $x_0 = (1, 1, 1, 1, 10, 10, 10, 10, 10, 10, 10, 10, 10)$

按式(3)对各数列初值化,得

$$x_0 = (1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1)$$

$$x_1 = (0.8, 0.7, 0.4, 0.5, 0.6, 0.6, 0.4, 0.2, 0.8, 0.6, 0.8, 0.4, 0.6)$$

$$x_2 = (0.7, 0.7, 0.5, 0.3, 0.7, 0.5, 0.8, 0.5, 0.7, 0.7, 0.6, 0.7, 0.5)$$

$$x_3 = (0.6, 0.6, 0.4, 0.4, 0.5, 0.3, 0.6, 0.4, 0.7, 0.7, 0.5, 0.3, 0.7)$$

$$x_4 = (0.7, 0.8, 0.3, 0.3, 0.4, 0.7, 0.7, 0.6, 0.5, 0.5, 0.8, 0.5, 0.8)$$

### 3.2 计算关联系数

按式(4)得关联系数如表2所示。

### 3.3 计算关联度进行评估

由表2生成的关联系数矩阵  $R$ ,按照式(6)得

$$E = R \times A^T = (0.7639, 0.7810, 0.6922, 0.7856)$$

由以上结果,可以得出4个单位新装备保障人员保障能力水平为:  $P_4 > P_2 > P_1 > P_3$ 。

表1 各指标数据统计

	$A_{11}$	$A_{12}$	$A_{13}$	$A_{14}$	$A_{21}$	$A_{22}$	$A_{23}$	$A_{24}$	$A_{25}$	$A_{26}$	$A_{27}$	$A_{28}$	$A_{29}$
$P_1$	0.8	0.7	0.4	0.5	6	6	4	2	8	6	8	4	6
$P_2$	0.7	0.7	0.5	0.3	7	5	8	5	7	7	6	7	5
$P_3$	0.6	0.6	0.4	0.4	5	3	6	4	7	7	5	3	7
$P_4$	0.7	0.8	0.3	0.3	4	7	7	6	5	5	8	5	8

表2 关联系数

	$A_{11}$	$A_{12}$	$A_{13}$	$A_{14}$	$A_{21}$	$A_{22}$	$A_{23}$	$A_{24}$	$A_{25}$	$A_{26}$	$A_{27}$	$A_{28}$	$A_{29}$
$P_1$	1.00	0.86	0.60	0.67	0.75	0.75	0.60	0.5	1.00	0.75	1.00	0.60	0.75
$P_2$	0.86	0.86	0.67	0.54	0.86	0.67	1.00	0.67	0.86	0.86	0.75	0.86	0.67
$P_3$	0.75	0.75	0.60	0.60	0.67	0.54	0.75	0.60	0.86	0.86	0.67	0.54	0.86
$P_4$	0.86	1.00	0.54	0.54	0.60	0.86	0.86	0.75	0.67	0.67	1.00	0.67	1.00

## 4 结束语

通过建立部署期新装备保障人员保障能力评估的灰色关联模型,结合层次分析法,能够得出各新装备列装单位保障人员能力水平的排序,便于各单位保障人员能力的考核,也为上级装备保障部门决策提供依据。在以后的研究中,应进一步研究如何确定各单位保障人员的薄弱环节,以有利于各单位自我提高,另一方面,研究开发保障人员评估仿真系统,便于上级部门针对保障人员能力进行考核和各单位保障人员能力的提高。

## 参考文献:

[1] 单志伟. 装备综合保障工程[M]. 北京:国防工业出版社,2007.

- [2] 宋太亮. 装备综合保障实施指南[M]. 北京:国防工业出版社,2004.
- [3] 王秀华,李州,杜汪洋. 提高部队装备战备水平思考[J]. 装备指挥技术学院学报,2007,18(2):38-41.
- [4] 许树柏. 层次分析法原理[M]. 天津:天津大学出版社,1988.
- [5] 骆正清,杨善林. 层次分析法中几种标度的比较[J]. 系统工程理论与实践,2004(9):51-60.
- [6] 尹健,冯乐东,王忠义. 坦克火力威力评价的多指标灰色关联决策模型[J]. 指挥控制与仿真,2009,31(3):65-67.
- [7] 黄仁全,李为民,周晓光. 基于灰色关联分析的防空导弹系统效能评估模型[J]. 兵工自动化,2009,28(6):94-96.

(责任编辑 周江川)

(上接第108页)

4) 根据灰云白化模型和聚类权重,计算灰类的聚类系数,求聚类向量并组成灰色聚类矩阵 $\sigma$ 。根据式(12)计算得到的灰色聚类矩阵为

$$\sigma = \begin{bmatrix} 0.1652 & 0.2943 & 0.3548 & 0.1857 \\ 0.2419 & 0.4765 & 0.1873 & 0.0943 \\ 0.2873 & 0.1699 & 0.1472 & 0.3956 \\ 0.1874 & 0.3301 & 0.1962 & 0.2863 \\ 0.1562 & 0.1841 & 0.1451 & 0.5146 \end{bmatrix}$$

5) 根据式(9)进行证据组合得 $m(\sigma(i)) = (0.0971, 0.4197, 0.0805, 0.4023)$ 。则某型防空武器系统生存能力为良。

## 6 结束语

本文提出了基于灰云和D-S证据理论的防空武器系统生存能力评估模型,在评估过程中综合考虑了多种影响防空武器系统生存能力的因素,采用基于灰云的定性评价的方法得出了系统效能的语言评判值,通过将其量化并根据D-S证据组合理论进行科学的计算,最终得出了合理的评判结果。通过对实例的分析,证明了该方法的科学性和有效性,为防空武器系统生存能力评估提供了一种新的研究方法,所建模型不仅可用于单一防空武器系统的生存能力评估,而且可对多型防空武器系统进行比较,从而为防空武器系统效能评估提供决策支持。

## 参考文献:

- [1] 赵全仁,邱志明. 武器装备论证导论[M]. 北京:兵器工业出版社,1998.
- [2] 陈浩,林家骏. 一种防空导弹武器系统生存能力评估模型[J]. 微计算机信息,2006,22(7):280-282.
- [3] 孙文波,张弓胤,何红,等. 基于专家信息图AHP方法的地空导弹生存能力评估[J]. 战术导弹技术,2009(2):21-24.
- [4] 刘芷芳. 防空导弹武器生存能力的综合量化评估[J]. 现代防御技术,2002,30(3):21-23.
- [5] 李德毅,杜鵑. 不确定性人工智能[M]. 北京:国防工业出版社,2005.
- [6] 刘思峰,谢乃明. 灰色系统理论及其应用[M]. 北京:科学出版社,2008.
- [7] 王健,肖文杰,盛文,等. 一种改进灰云模型的效能评估方法[J]. 微计算机信息,2009,25(4):277-279.
- [8] 刘付显,邢清华. 基于D-S融合证据的决策新方法[J]. 系统工程理论与实践,2009,29(7):125-131.
- [9] 邢清华. 多传感器信息智能融合方法研究[D]. 西安:空军工程大学,2007.
- [10] 张汉锋,卢昱,陈立云,等. 基于BP神经网络的防空武器系统保障性评估[J]. 四川兵工学报,2009,30(9):88-90.

(责任编辑 周江川)