

# 基于可拓理论的某型火炮系统性能水平评估

张凯<sup>a</sup>, 唐克<sup>b</sup>

(陆军军官学院 a. 研究生管理大队; b. 二系炮兵教研室, 合肥 232001)

**摘要:**火炮系统性能水平直接影响着炮兵战斗力的大小,采用可拓分析理论来解决火炮系统设计和装备选择使用过程中的效能评估;先建立广义的火炮系统性能水平物元模型,再结合某型火炮系统实例应用,方法简便实用,结果准确直观,为火炮系统性能水平评估提供了一种新的方法。

**关键词:**可拓理论;火炮系统;性能水平评估

中图分类号:TJ399

文献标识码:A

文章编号:1006-0707(2013)06-0056-02

## The Performance Evaluation of One Type Artillery System Based on Extension Theory

ZHANG Kai<sup>a</sup>, TANG Ke<sup>b</sup>

(a. Graduate Administration Brigade; b. The 2<sup>nd</sup> Artillery Teaching Unit, Army Officer Academy, Hefei 232001, China)

**Abstract:** The performance of artillery has a direct influence on artillery soldiers' combat capability. The extension theory is used to handle the design of artillery system, and the equipment selection in utilization process. The macro model of artillery system performance evaluation is first established, and then example of one type artillery system is employed. The method is simple and practical, and the result is accurate and direct, providing a new method of artillery system performance evaluation.

**Key words:** extension theory; artillery system; performance evaluation

进入21世纪,科学技术飞速发展,火炮性能水平逐步得到改善,其性能水平直接影响着炮兵战斗力的大小,因此准确而直观地评估火炮系统性能水平成为摆在我们面前的现实问题。对于大多实际装备的火炮往往很难全部达到或满足当初的设计规定的生产性能指标,这种火炮系统设计和装备选择使用过程中的性能水平评估问题,直接影响着火炮装备的选择和使用,从而影响着部队战斗力发挥。当前,火炮系统性能水平的评价方法一般是定性的描述其水平高低,如试验统计学或由专家根据经验分析评定,而基于可拓理论的评估方法为如何定量地评估火炮系统性能水平提供了一种新的途径。

### 1 建立广义的火炮系统性能水平可拓模型

可拓分析理论根据可拓集合的观点,把逻辑值从 $\{0,1\}$ 拓展到 $\{-\infty, +\infty\}$ ,并用关联度的量值来描述元素与集合

的从属关系,这就使原先经典数学中“属于”和“不属于”某集合的模糊定性描述拓展成定量的描述,从而表达了集合对元素的满意程度,即关联度。可拓理论把事物、特征和量值三者联系起来,对具体的事物进行多指标参数的综合分析,为解决评估火炮系统性能水平问题提供了数学保障。

在此,不妨把性能水平分为4个等级:优秀(D1)、良好(D2)、合格(D3)和不合格(D4),并将4个等级的关系从模糊的定性描述拓展为定量的关联度量值描述。在确定各等级的数据范围后(一般通过数据库或专家评审确定),即可把待评火炮系统的数据(可拓集合)代入到各等级的集合中进行评定。评定结果按其与各等级集合关联度的量值大小进行确定,关联度量值越大,其与某等级的符合程度就越高。

#### 1.1 确定评估等级的可拓集合

对于给定的事物( $M$ ),如果 $M_j$ 表示所划分的 $j$ 个评价分类, $C_i$ 为( $i=1,2,\dots,n$ )为 $M_j$ 的 $n$ 个不同的特征,其特征量

值范围  $X_{0ji} = (a_{0ji}, b_{0ji})$  表示对应的  $C_i$  取值范围,则经典域物元:

$$R_{0j} = (M_{0j}, C_i, X_{0ji}) = \begin{pmatrix} M_{0j} & C_1 & (a_{0j1}, b_{0j1}) \\ & \vdots & \vdots \\ & C_n & (a_{0jn}, b_{0jn}) \end{pmatrix} \quad (1)$$

节域物元:

$$R_M = (P_0, C_i, X_{mi}) = \begin{pmatrix} P_0 & C_1 & (a_{m1}, b_{m1}) \\ & \vdots & \vdots \\ & C_n & (a_{mn}, b_{mn}) \end{pmatrix} \quad (2)$$

其中  $R_M$  是评价类别的全体,  $X_{mi} = (a_{mi}, b_{mi})$  表示  $P_0$  对  $C_i$  的量值范围,  $i=1, 2, \dots, n; j=1, 2, \dots, m$ 。

$$\text{待评物元域 } r = (P, Q_i, y_i) = \begin{pmatrix} P & Q_1 & (y_1) \\ & \vdots & \vdots \\ & Q_n & (y_n) \end{pmatrix} \quad (3)$$

式(3)中  $P$  为所评定的等级,  $Q_i$  为  $P$  的特征;  $y_i$  为  $P$  关于  $Q_i$  的量值,是待评系统特征参数的具体量值,一般由试验测出。

### 1.2 确定待评物元域的关联度

待评物元域的关联度为

$$K(y_i) = \sum_{i=1}^n \partial_i K(y_{ij}) \quad (4)$$

其中  $\partial_i$  为权系数,  $\sum_{i=1}^n \partial_i = 1$ 。

$$K(y_{ij}) = \frac{Z_j(y_i, x_{0ji})}{Z(y_i, x_{mi}) - Z_j(y_i, x_{0ji})} \quad (5)$$

其中

$$Z_j(y_i, x_{0ji}) = \left| y_i - \frac{a_{0ji} + b_{0ji}}{2} \right| - \left( \frac{b_{0ji} - a_{0ji}}{2} \right) \quad (6)$$

$$Z(y_i, x_{mi}) = \left| y_i - \frac{a_{mi} + b_{mi}}{2} \right| - \left( \frac{b_{mi} - a_{mi}}{2} \right) \quad (7)$$

### 1.3 系统性能水平等级评估

由式(4)、(5)、(6)、(7)求得  $K(y_i)$  后,当  $K(y_i) \geq 0$  时,  $r \in R_M$  即  $P \in P_0$ 。若  $0 \leq j \leq m, K(y_{ij}) = \max K(y_i), r \in R_{0j}$ , 即  $p \in M_{0j}$  可以是对物元  $r$  分析的评估结果,其中  $K(y_i)$  越大越好,最大者即为评估结果。当  $K(y_i) < 0$  时,则有  $r \notin R_M, P \notin P_0$  的评定结果,应舍去。

## 2 实例分析

现以某型火炮系统性能水平评估为例,更加直观地介绍该方法的应用过程。火炮系统的性能水平一般由威力  $C_1$ 、机动性  $C_2$ 、反应能力  $C_3$  和生存能力  $C_4$  组成。威力又由弹丸对目标的毁伤效能  $C_{11}$ 、射程  $C_{12}$ 、射击精准度  $C_{13}$  和火力密度  $C_{14}$  构成;机动性由枪炮运载的机动能力  $C_{21}$  和火力的机动能力  $C_{22}$  决定;反应能力一般包括武器系统行军战斗状态相互转换的时间  $C_{31}$ 、武器系统进入战斗状态时对阵地选择和设置的难易  $C_{32}$ 、对目标的发现探测和跟踪能力  $C_{33}$  以及射击准备的速度  $C_{34}$ ;生存能力主要取决于有无采用伪装措施和隐身技术  $C_{41}$ 、有无采用装甲和衬里防护  $C_{42}$ 、是否具有三防设

备  $C_{43}$ 、是否具有防火灭火抑爆逃生功能  $C_{44}$ 、是否具备迅速脱离战斗的能力  $C_{45}$  及是否具备电子战和信息战的能力  $C_{46}$ 。现根据实验测试、试验统计学或专家经验得出该型火炮评估特征、量值和相对权重,如表1所示。

表1 评估特征量值和相对权重

主特征	相对权重	从属特征	量值	相对权重
$C_1$	0.292	$C_{11}$	86.7	0.285
		$C_{12}$	84.3	0.215
		$C_{13}$	90.2	0.285
		$C_{14}$	85.1	0.215
$C_2$	0.209	$C_{21}$	83.5	0.488
		$C_{22}$	84.2	0.512
$C_3$	0.213	$C_{31}$	81.5	0.276
		$C_{32}$	83.6	0.222
		$C_{33}$	89.4	0.278
		$C_{34}$	87.2	0.224
		$C_{41}$	79.6	0.165
		$C_{42}$	85.1	0.162
$C_4$	0.286	$C_{43}$	83.8	0.158
		$C_{44}$	91.3	0.162
		$C_{45}$	81.9	0.162
		$C_{46}$	82.6	0.191

由上述数据,经式(5)、(6)、(7)计算可得该型火炮系统主特征对于4个等级的关联度值,再由式(4)经过加权计算,可知该型火炮系统总体性能水平等级,如表2所示。

表2 某型火炮关于各等级的关联度

等级	$K_{C_1}$	$K_{C_2}$	$K_{C_3}$	$K_{C_4}$	$K$
不合格(D4)	-0.532	-0.126	-0.228	-0.412	-0.348
合格(D3)	-0.328	0.186	0.113	-0.104	-0.063
良好(D2)	0.181	-0.196	-0.008	0.227	0.075
优秀(D1)	0.419	-0.163	-0.352	-0.118	-0.020

表2中,只有  $K(D2) = 0.075 > 0$ ,其余皆为负数,应舍去。依据可拓理论可知该型火炮系统总体评估等级为良好。

## 3 结束语

本文运用可拓理论,建立了火炮系统性能水平评估物元模型,然后通过实例分析加以验证,将火炮系统性能分析由定性描述转化定量描述,使分析层次更清晰、逻辑性更强,有力地提升了评估结果的客观性和真实性。(下转第60页)