

# 防空导弹阵地目标选择模型研究

阮树朋, 赵文杰, 孙亮, 雷盼飞

(空军航空大学 特种专业系, 长春 130022)

**摘要:**为了更好地在目标选择领域研究目标价值属性因素, 本文结合防空导弹武器系统作战效能相关概念, 对目标可打击性进行了分析, 主要从信息能力、攻击能力、机动能力、生存能力以及护卫能力5个方面对防空导弹阵地目标可打击性进行了描述。构建了TOPSIS与熵权法相结合的目标选择模型, 利用各指标下不同目标属性值对于理想解与负理想解的距离来衡量计算各目标的可打击性, 对所研究的防空导弹阵地目标进行了排序。

**关键词:**熵权法; 防空导弹阵地; 目标选择

**中图分类号:** TJ91

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1006-0707(2012)01-0009-07

当前, 很多学者都针对不同类别的目标构建了不同的指标体系, 用来衡量单个目标的价值属性, 以为指挥员进行战争决策提供依据。但是总体而言, 他们对于目标属性因素较多停留在专家的主观评判上, 而对于目标自身的一些定性属性则研究较少。为此, 本文从目标选择理论中关于目标价值的一些原则和规定出发, 充分考虑防空导弹阵地自身价值属性因素, 结合一些专家学者的先验知识, 构建适合作战实际的防空导弹阵地指标体系来衡量目标的可打击性。

## 1 目标可打击性分析

现代化信息作战条件下, 指挥员制定目标选择方案, 选择打击目标时, 往往需要结合本次作战行动的作战意图, 综合考虑目标的功能、作用、价值以及在作战体系中的地位等等多方面的因素。本文为了准确衡量指挥员在进行目标选择决策时所要考虑的各种因素, 对目标的可打击性进行分析。

目标的可打击性是指综合了目标本身属性和目标在作战行动中所起的作用等多种因素, 用来衡量该目标在作战进程中是否值得打击, 打击后会在多大程度上对己方作战意图产生积极影响, 在多大程度上对敌方的作战体系造成摧毁和打击的一种度量方式。具体而言, 对于防空导弹阵地目标来说, 主要和该目标配属武器系统的战术参数、作战能力以及其在作战体系中发挥的作用直接相关。另外, 它与防空导弹阵地自身的位置、阵地配置等也都有密切关系。

在战争进程中, 当目标选择人员制定目标选择打击方案时<sup>[1]</sup>, 首先要做的就是根据目标的属性及其所担负的任务以及作战意图来决定是否将某一目标列入打击目录。本文从防空导弹阵地自身固有属性出发, 结合专家先验知识, 构建了符合作战实际的指标体系, 来对防空导弹阵地的可打击性进行衡量和刻画。

## 2 防空导弹阵地可打击性指标体系的建立

指标体系, 是指由多个相互关联的指标结合在一起, 描述某个事物整体特征的一个有机体<sup>[2]</sup>。在指标体系中, 每个指标对事物的某种特征进行度量, 共同完成对事物特征的刻画和度量。事实上, 在对复杂事物进行研究时, 单个指标往往难以反映事物的主要特征, 这时, 就有必要构建具有联系的指标体系, 从而可以帮助我们对复杂事物进行更加全面、更加系统的了解和研究。

### 2.1 指标体系构建原则

为了更好地为军事指挥员的决策提供可靠的依据, 本文中 so 构建的指标体系的设计应当满足内容全面、科学实用、客观公正、可操作性强及适应性强等基本原则, 具体包括以下4个方面<sup>[3]</sup>。

#### 1) 目的性原则

构建可打击性指标体系的目的在于为目标选择进程中指挥员决策提供可靠的决策依据, 选出和作战目的相匹配的打击目标, 从而更好地实现作战意图。

#### 2) 准确性原则

可打击性指标体系中的各个指标要做到定义清晰、概念明确, 准确反映出目标的内在属性, 有较高的可信度, 有利于军事决策者们通过评价指标对所要进行打击的目标进行全面了解。

#### 3) 全面性原则

可打击性指标体系必须全面反映目标各类不同属性, 包括与作战相关的各方面指标。此外, 还要考虑防空武器系统目标所担负作战任务, 是否对重要军事目标进行保护等等, 只有全面关注指标体系, 才能更好地为目标选择的决策提供准确的参考。

#### 4) 定量与定性相结合的原则

防空导弹阵地目标的可打击性是一个抽象的概念, 在对目标的可打击性进行描述和刻画时应综合考虑对其产生影响的各

类指标,包括定性指标和定量指标。对于关系防空武器系统参数的定量指标要搜集可靠准确的参数值;对于描述其作战能力,不便于量化的定性指标要明确其含义,并按照某种标准赋值,使其能够恰如其分地反映指标的性质。定性和定量指标都必须具有清晰的概念和确切的计算方法,只有这样,才能够准确的对目标的可打击性进行具体描绘。

## 2.2 可打击性指标体系指标的选取

对于从事目标选择的研究人员来说,防空武器目标的属性以及其所担负的任务是主要考虑的因素,只有对防空武器目标的属性及其担负任务充分了解,才能更加有效地为军事指挥员们的决策提供帮助。为此,通过对武器系统作战效能相关文献的查阅以及综合多位防空武器领域、军事目标判读领域专家和学者意见的基础上,参考军事目标学中关于目标价值评估指标体系中的一些要素,本文主要从5个方面来综合刻画某个防空武器系统的可打击性,即信息能力、打击能力、机动能力、生存能力以及护卫能力<sup>[4]</sup>,具体如图1所示。

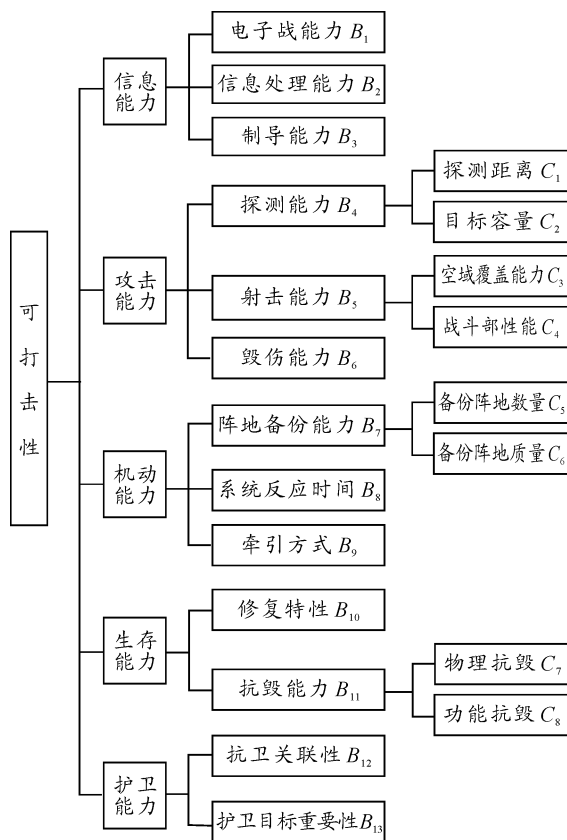


图1 防空导弹阵地可打击性指标体系

### 1) 信息能力

信息能力,是指防空导弹系统目标在遂行防空作战任务时<sup>[5]</sup>,对信息的获取、传递、处理以及制止敌方有效使用信息的能力。在信息化战争时代,防空武器系统目标的信息能力就像一个人的眼睛和耳朵,没有信息能力或者说信息能力较弱,那么在残酷的战争环境中,只能被动挨打。

防空导弹系统的信息能力主要通过三方面来衡量,即电子战能力、信息处理能力和制导能力。其中电子战能力主要是指防空导弹系统的电子对抗措施种类的多少和措施的有效性,信息处理能力主要是指武器中心控制系统对作战数据的处理速度

和存储容量,制导能力主要是由武器系统的制导方式决定的。

### 2) 攻击能力

防空导弹系统目标攻击能力是指杀伤敌有生力量、摧毁敌武器装备和军事设施,瘫痪敌作战体系的能力<sup>[6]</sup>。防空导弹系统承担的主要任务就是对入侵的导弹和战机等空中威胁进行打击,对防空区域内的重要政治、经济和军事目标进行保护,其主要是通过发射导弹对敌空中威胁进行拦截和打击。

攻击能力主要包括雷达探测能力、导弹射击能力以及武器毁伤能力。其中雷达探测能力主要表现为探测距离和目标容量,目标容量即是指雷达在武器系统计算机控制下,通过灵活多变的波束方向图进行搜索、跟踪和制导,可以监视目标的数量。射击能力主要包括导弹空域覆盖能力和战斗部性能。空域覆盖能力主要由导弹射程以及拦截高度决定。战斗部性能是由战斗部的杀伤爆破方式决定的。毁伤能力主要由导弹系统的导弹使用方式以及杀伤概率决定。

### 3) 机动能力

机动能力指防空导弹系统在保证完成既定任务的前提下,在一定范围内从一个阵地转移到另一个阵地以及迅速进行行军与战斗状态转换的能力,它是保证系统自我生存能力的基础,机动能力主要通过以下3个方面进行衡量,即阵地备份能力、牵引方式以及系统反应时间。阵地备份能力主要由备份阵地质量和阵地备份数量决定;系统牵引方式主要分为主动式牵引和被动式牵引两种,不同牵引方式对防空武器系统机动能力贡献也不同;系统反应时间是某一防空武器系统的固有效能参数,指的是系统在发现目标到完成战斗准备所需要的时间。

### 4) 生存能力

生存能力是指该系统在特定的环境中能够保持作战能力,或者说在遭受到打击之后快速修复继续完成既定任务的能力,主要包括修复能力和抗毁能力。修复能力主要取决于系统的修复时间与可修复性;抗毁能力是指运用隐蔽、伪装、屏蔽、工事、防护器材等手段,获得避免或减少损失的一种能力,主要包括物理抗毁和功能抗毁。物理抗毁主要指阵地的构筑形式和防护能力;功能抗毁主要与雷达诱饵等设施的配备有关,主要用来对付反辐射导弹的攻击。

### 5) 护卫能力

护卫能力主要是根据目标选择理论中的“基于效果作战理论”确定的,军事指挥员在进行决策时,必须将这次作战行动与所要达成的战略目的之间的关系纳入考虑范围,如果防空目标所保卫的是和本次作战目的直接相关的目标,那么,护卫能力的属性值将大大加强。防空导弹系统的护卫能力主要包括护卫关联性以及护卫目标重要性两方面,护卫关联性是指该导弹阵地在执行某次任务时,该任务与本次作战行动的关联性大小,护卫目标重要性是指该导弹阵地要护卫目标的重要程度。

## 2.3 可打击性指标值的确定

一般而言,指标可以分为定性指标和定量指标两种,他们往往都具有不可公度性和矛盾性的特点。不可公度性是指各个指标之间的量度往往不同,因而无法对其进行直接比较;矛盾性是指各个指标往往无法同时达到最优值,一个指标的最优化往往是以另外指标的远离最优为代价<sup>[3]</sup>。因此,往往无法综合各指标值进行计算,对于定性指标,首先要进行量化,进行规范化处理。定量指标则可以通过实验分析和实地测量等方法得到。

### 2.3.1 三级指标值的确定

定性指标的评估结果往往是用语言来进行描述的,最简单的定性评估结果是“是”或“否”,最常见的定性指标结果,通常是一个有序的名称集,如“很差、较差、一般、较好、很好”。为了和定量指标组成一个有机的评价体系,也必须对定性指标进行标准化处理。

普通人对不同事物进行辨别时能够正常区别的等级在5级~9级之间。考虑到对武器系统的底层定性指标量化的具体情况,本文采用5级尺度来进行量化。对于比较复杂的定性指标的量化,本文根据一般人的习惯,采用“好”,“较好”,“中”,“较差”,“差”5个等级来对三级指标进行判定,使它们映射到(0,1)区间上,见表1。

三级指标中,定性指标包括战斗部性能( $C_4$ )、备份阵地质量

( $C_6$ )、物理抗毁( $C_7$ )和功能抗毁( $C_8$ )4项指标。定量指标包括探测距离( $C_1$ )、目标容量( $C_2$ )、空域覆盖能力( $C_3$ )、备份阵地数量( $C_5$ )。

通过对导弹阵地的具体配置情况和对导弹系统的性能参数的具体研究情况,结合多位武器系统专家和目标专家的经验知识,对其进行量化处理。选取5位专家对4项定性指标分别进行评判,考虑到各位专家在行业中的地位以及影响力的不同,同时也为了最大化消除数据的主观性,5位专家根据我们内部掌握的资料以及他们多年的工作经验,对A1防空导弹阵地(TS1)、A2防空导弹阵地(TS2)、A3防空导弹阵地(TS3)、A4防空导弹阵地(TS4)、A5防空导弹阵地(TS5)、A6防空导弹阵地(TS6)、A7导弹阵地(TS7)的属性值进行判定,对各目标属性值的判定情况见表2。4个定量指标属性值见表2。

表1 定性指标评判标准

分数	(0-0.3]	(0.3-0.5]	(0.5-0.7]	(0.7-0.9]	(0.9-1.0)
等级	差	较差	中	较好	好

表2 三级指标值

属性 \ 目标	TS1	TS2	TS3	TS4	TS5	TS6	TS7
探测距离( $C_1$ )(km)	170	170	170	40	40	40	450
目标容量( $C_2$ )(个)	100	100	100	60	60	60	120
空域覆盖范围( $C_3$ )( $\text{km}^2$ )	100×25	100×25	100×25	40×17.7	40×17.7	40×17.7	80×20
阵地备份数量( $C_5$ )(个)	2	3	4	2	1	2	2
战斗部性能( $C_4$ )	0.652 0	0.652 0	0.652 0	0.504 0	0.504 0	0.504 0	0.622 0
备份阵地质量( $C_6$ )	0.554 0	0.640 0	0.522 0	0.486 0	0.490 0	0.502 0	0.706 0
物理抗毁( $C_7$ )	0.586 0	0.568 0	0.524 0	0.434 0	0.454 0	0.520 0	0.672 0
功能抗毁( $C_8$ )	0.536 0	0.622 0	0.520 0	0.468 0	0.474 0	0.470 0	0.632 0

在对定量指标进行处理的过程中,各指标量纲不同,不便于相互比较;变换范围不同,指标间差异较大,甚至数量级都不相同,不便于比较运算。为了使评估结果更加合理,必须消除上述影响,即对指标矩阵进行规范化处理<sup>[2]</sup>。其实质是通过一定的数学变换将指标值转换成可以综合处理的“量化值”,一般都变换到[0,1]范围内。可以利用如下方法来对所得数据进行标准化处理:

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=1}^m x_{ij}} \quad 1 \leq i \leq m \quad (1)$$

利用公式(1)对表2中原始三级指标中的定量指标进行标准化处理,得出三级指标标准化数据如表3所示。

### 2.3.2 二级指标值的确定

二级指标中,电子战能力( $B_1$ )、信息处理能力( $B_2$ )、制导能力( $B_3$ )、修复特性( $B_{10}$ )、护卫关联性( $B_{12}$ )与护卫目标重要性

( $B_{13}$ )都属于定性指标,需要结合专家的先验知识得到,通过参考多位专家的意见,各指标的值如表4~5所示;探测能力( $B_4$ )、射击能力( $B_5$ )、阵地备份能力( $B_7$ )、抗毁能力( $B_{11}$ )均可以根据三级指标值加权运算得到;毁伤能力( $B_6$ )、系统反应时间( $B_8$ )以及牵引方式( $B_9$ )属于定量指标,均可以根据所掌握的资料得到,各指标值见表4。

探测距离( $C_1$ )与目标容量( $C_2$ )二者共同构成防空武器系统的探测能力( $B_4$ );空域覆盖范围( $C_3$ )和战斗部性能( $C_4$ )共同构成防空目标的射击能力( $B_5$ );阵地备份质量( $C_5$ )和阵地备份数量( $C_6$ )共同构成防空目标的阵地备份能力( $B_7$ );物理抗毁能力( $C_7$ )和功能抗毁能力( $C_8$ )共同构成目标的抗毁能力( $B_{11}$ );按照平均加权法得4项二级指标值见表5。

通过对以上数据的整理,获得各防空导弹阵地目标二级指标原始数据如表6所示,利用公式(1)对表4中的定量数据进行标准化,得二级指标标准化数据表5。

表3 三级指标标准化值

目标 属性	TS1	TS2	TS3	TS4	TS5	TS6	TS7
探测距离 ( $C_1$ )	0.157 4	0.157 4	0.157 4	0.037 0	0.037 0	0.037 0	0.416 7
目标容量 ( $C_2$ )	0.166 7	0.166 7	0.166 7	0.100 0	0.100 0	0.100 0	0.200 0
空域覆盖范围 ( $C_3$ )	0.222 7	0.222 7	0.222 7	0.063 1	0.063 1	0.063 1	0.142 6
阵地备份数量 ( $C_5$ )	0.142 9	0.214 3	0.285 7	0.142 9	0.071 4	0.142 9	0.142 9
战斗部性能 ( $C_4$ )	0.652 0	0.652 0	0.652 0	0.504 0	0.504 0	0.504 0	0.622 0
备份阵地质量 ( $C_6$ )	0.554 0	0.640 0	0.522 0	0.486 0	0.490 0	0.502 0	0.706 0
物理抗毁 ( $C_7$ )	0.586 0	0.568 0	0.524 0	0.434 0	0.454 0	0.520 0	0.672 0
功能抗毁 ( $C_8$ )	0.536 0	0.622 0	0.520 0	0.468 0	0.474 0	0.470 0	0.632 0

表4 各防空导弹阵地目标属性值

目标 属性	TS1	TS2	TS3	TS4	TS5	TS6	TS7
$B_1$	0.686 0	0.686 0	0.686 0	0.472 0	0.472 0	0.472 0	0.554 0
$B_2$	0.652 0	0.652 0	0.652 0	0.520 0	0.520 0	0.520 0	0.558 0
$B_3$	0.670 0	0.670 0	0.670 0	0.486 0	0.486 0	0.486 0	0.622 0
$B_4$	0.162 1	0.162 1	0.162 1	0.068 5	0.068 5	0.068 5	0.308 4
$B_5$	0.437 4	0.437 4	0.437 4	0.283 6	0.283 6	0.283 6	0.382 3
$B_6$	80%	80%	80%	75%	75%	75%	50%
$B_7$	0.348 5	0.427 2	0.403 9	0.314 5	0.280 7	0.322 5	0.353 0
$B_8$	60	60	60	32	32	32	100
$B_9$	0.604 0	0.604 0	0.604 0	0.370 0	0.370 0	0.370 0	0.436 0
$B_{10}$	0.604 0	0.588 0	0.554 0	0.490 0	0.486 0	0.504 0	0.534 0
$B_{11}$	0.561 0	0.595 0	0.522 0	0.451 0	0.464 0	0.495 0	0.652 0
$B_{12}$	0.568 0	0.556 0	0.620 0	0.502 0	0.554 0	0.658 0	0.574 0
$B_{13}$	0.622 0	0.574 0	0.602 0	0.624 0	0.504 0	0.640 0	0.654 0

表5 防空导弹阵地目标属性数据标准化表

目标 属性	TS1	TS2	TS3	TS4	TS5	TS6	TS7
$B_1$	0.686 0	0.686 0	0.686 0	0.472 0	0.472 0	0.472 0	0.554 0
$B_2$	0.652 0	0.652 0	0.652 0	0.520 0	0.520 0	0.520 0	0.558 0
$B_3$	0.670 0	0.670 0	0.670 0	0.486 0	0.486 0	0.486 0	0.622 0
$B_4$	0.162 1	0.162 1	0.162 1	0.068 5	0.068 5	0.068 5	0.308 4
$B_5$	0.437 4	0.437 4	0.437 4	0.283 6	0.283 6	0.283 6	0.382 3
$B_6$	0.155 3	0.155 3	0.155 3	0.145 6	0.145 6	0.145 6	0.097 1
$B_7$	0.348 5	0.427 2	0.403 9	0.314 5	0.280 7	0.322 5	0.353 0
$B_8$	0.159 6	0.159 6	0.159 6	0.085 1	0.085 1	0.085 1	0.266 0
$B_9$	0.604 0	0.604 0	0.604 0	0.370 0	0.370 0	0.370 0	0.436 0
$B_{10}$	0.604 0	0.588 0	0.554 0	0.490 0	0.486 0	0.504 0	0.534 0
$B_{11}$	0.561 0	0.595 0	0.522 0	0.451 0	0.464 0	0.495 0	0.652 0
$B_{12}$	0.568 0	0.556 0	0.620 0	0.502 0	0.554 0	0.658 0	0.574 0
$B_{13}$	0.622 0	0.574 0	0.602 0	0.624 0	0.504 0	0.640 0	0.654 0

### 3 防空导弹阵地目标可打击性指标体系应用

指标体系是为评价目标属性服务的,但独立于评价方法。依据上文中构建的指标体系,可以采用不同的方法判断目标的价值属性。对本文而言,就是要在特定的范围内,对目标的各个方面的限制因素进行综合的估计和评价,并在此基础上利用数学方法建立判断模型,得出目标排序。本文采用基于信息熵的TOPSIS数学模型,利用信息论中的熵值理论,结合上文中构建的防空导弹阵地可打击性指标体系,对防空导弹阵地目标属性的权重进行计算,通过测算各目标与理想解和负理想解之间的距离,获取目标贴适度,为研究目标可打击性提供依据,从而按照可打击性对目标进行排序。

#### 3.1 基于信息熵的可打击性指标体系应用

基于信息熵的计算方法中一个重要的步骤就是获取各类指标的权重,我们采用熵权法来解决这一问题。熵权法属于客观赋权法的一种,它可以用熵的方式来衡量数据中有用的信息量的多少。利用熵权法计算各类指标权重的步骤如下。

##### 1) 数据标准化

设有  $m$  个评价指标,  $n$  个评估对象,可以按照定量与定性相结合的原则得到多个方案关于多指标的评价矩阵:

$$R = \begin{bmatrix} r'_{11} & r'_{12} & \cdots & r'_{1n} \\ r'_{21} & r'_{22} & \cdots & r'_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ r'_{m1} & r'_{m2} & \cdots & r'_{mn} \end{bmatrix} \quad (1)$$

数据标准化方式有很多,本文采用公式(1)对所得矩阵进行标准化,其中,  $r_{ij}$  表示第  $j$  个评估对象  $i$  指标的数值,且  $r_{ij} \in [0, 1]$ 。

##### 2) 确定指标信息熵值 $H$ 和信息效用值 $d$

在一个  $m$  个评价指标,  $n$  个评估对象的评价问题上,可以定义第  $i$  个评价指标的信息熵:

$$H_i = -k \sum_{j=1}^n f_{ij} \ln f_{ij}, \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (2)$$

其中:

$$f_{ij} = \frac{r_{ij}}{\sum_{j=1}^n r_{ij}} \quad (3)$$

$$k = \frac{1}{\ln n} \quad (4)$$

另有  $f_{ij} = 0$  时,  $f_{ij} \ln f_{ij} = 0$

第  $i$  项指标的信息效用值等于该指标的信息熵  $H_i$  与 1 的差值:

$$d_i = 1 - H_i \quad (5)$$

##### 3) 权值的确定

利用求熵值的方式来确定指标的权重,其本质即是利用该指标信息的价值系数来进行大致计算,其价值系数越高,就可以认为其对于评价所起到的作用越大,根据这个原理,可以得到第  $i$  个指标的权值  $\omega_i$ :

$$\omega_i = \frac{d_i}{\sum_{i=1}^m d_i} \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (6)$$

按照上述定义,可以得到如下结论:

1) 指标熵值越大,其熵权越小,这项指标重要性越小,且

$$0 \leq \omega_i \leq 1, \quad \sum_{i=1}^m \omega_i = 1 \quad (7)$$

2) 各评估对象在指标  $i$  上的数值都相同时,熵值最大,值为 1,熵权为零,这就意味着此项指标没有任何有用的或有价值的信息。

### 4 运用 TOPSIS 方法解决问题的基本步骤

应用 TOPSIS 方法来解决目标可打击性的排序问题<sup>[8-9]</sup>,基本步骤如下:

1) 构造决策矩阵,并对决策矩阵进行规范化处理。

2) 将所得标准化矩阵进行加权:

$$X = [\omega_j r_{ij}]_{m \times n} \quad (8)$$

3) 确定理想点和最差点:

$$F^* = ((\max_i \omega_j r_{ij} \mid j \in J) \text{ or } (\min_i \omega_j r_{ij} \mid j \in J^0))^T \quad (9)$$

$$F^0 = ((\min_i \omega_j r_{ij} \mid j \in J) \text{ or } (\max_i \omega_j r_{ij} \mid j \in J^0))^T \quad (10)$$

其中,  $J$  是求最大目标的函数集;  $J^0$  是求最小目标的函数集。

4) 计算各个解到理想点的距离:

$$L_2^*(i) = \sqrt{\sum_{j=1}^n (\omega_j r_{ij} - f_j^*)^2}, \quad 1 \leq i \leq m \quad (11)$$

各解到最差点的距离:

$$L_2^0(i) = \sqrt{\sum_{j=1}^n (\omega_j r_{ij} - f_j^0)^2}, \quad 1 \leq i \leq m \quad (12)$$

5) 计算各个方案到理想点的相对接近度:

$$l_i = L_2^0(i) / [L_2^*(i) + L_2^0(i)], \quad 1 \leq i \leq m \quad (13)$$

6) 根据相对接近度  $l_i$  的大小来衡量各防空导弹阵地可打击性,从而对各防空导弹阵地目标进行排序。可以看出,结果为 0 到 1 之间的一个值。因为对于理想点  $F^*$  而言,  $l_i = 1$ , 而对于“最差点”  $F^0$  而言,  $l_i = 0$ 。

### 5 目标打击顺序判定

利用基于信息熵的 TOPSIS 方法,结合各处防空导弹阵地目标的指标值,对目标的打击顺序进行判定。首先利用公式(1)对标准化矩阵  $R$  进行处理,可以求得第  $i$  个指标的熵值  $H_i$ , 然后根据公式(5)进行计算,得到第  $i$  个指标的差异化系数  $d_i$ , 再根据公式(6)计算出指标的权值,最后通过计算各防空导弹阵地目标解与构建的理想解之间的欧式距离,得出各目标解与理想解的贴适度来衡量目标的可打击性。计算过程中涉及计算值如表 6 所示。

结合表 6 中确定的指标权重,根据公式(8),构造加权规范化矩阵,再依照公式(9)和(10)确定各指标的理想解和负理想解。具体如表 7 所示。

表6 指标权重计算值

计算值 指标	$\sum f_{ij} \ln f_{ij}$	$-k$	$H_i$	$d_i$	$\omega_i$
$B_1$	-1.931 0	-0.513 9	0.992 3	0.007 7	0.088 6
$B_2$	-1.940 3	-0.513 9	0.997 1	0.002 9	0.033 4
$B_3$	-1.934 8	-0.513 9	0.994 3	0.005 7	0.065 6
$B_4$	-1.918 4	-0.513 9	0.985 9	0.014 1	0.162 3
$B_5$	-1.926 2	-0.513 9	0.989 9	0.010 1	0.116 2
$B_6$	-1.936 0	-0.513 9	0.994 9	0.005 1	0.058 7
$B_7$	-1.936 8	-0.513 9	0.995 3	0.004 7	0.054 1
$B_8$	-1.919 8	-0.513 9	0.985 8	0.014 2	0.163 4
$B_9$	-1.919 8	-0.513 9	0.986 6	0.013 4	0.154 2
$B_{10}$	-1.942 6	-0.513 9	0.998 3	0.001 7	0.019 6
$B_{11}$	-1.938 0	-0.513 9	0.996 0	0.004 0	0.046 0
$B_{12}$	-1.942 7	-0.513 9	0.998 3	0.001 7	0.019 6
$B_{13}$	-1.942 8	-0.513 9	0.998 4	0.001 6	0.018 4

表7 指标加权规范值和理想解

目标 指标	Ts1	Ts2	Ts3	Ts4	Ts5	Ts6	Ts7	$F^*$	$F^0$
$B_1$	0.051 8	0.051 8	0.051 8	0.035 6	0.035 6	0.035 6	0.041 8	0.051 8	0.035 6
$B_2$	0.049 2	0.049 2	0.049 2	0.039 3	0.039 3	0.039 3	0.042 1	0.049 2	0.042 1
$B_3$	0.050 3	0.050 3	0.050 3	0.036 5	0.036 5	0.036 5	0.046 7	0.050 3	0.036 5
$B_4$	0.014 8	0.014 8	0.014 8	0.006 3	0.006 3	0.006 3	0.028 2	0.028 2	0.006 3
$B_5$	0.033 3	0.033 3	0.033 3	0.021 6	0.021 6	0.021 6	0.029 1	0.033 3	0.021 6
$B_6$	0.011 6	0.011 6	0.011 6	0.010 9	0.010 9	0.010 9	0.007 3	0.011 6	0.007 3
$B_7$	0.026 1	0.032 0	0.030 2	0.023 5	0.021 0	0.024 1	0.026 4	0.032 0	0.021 0
$B_8$	0.013 4	0.013 4	0.013 4	0.007 1	0.007 1	0.007 1	0.022 3	0.022 3	0.007 1
$B_9$	0.046 4	0.046 4	0.046 4	0.028 4	0.028 4	0.028 4	0.033 5	0.046 4	0.028 4
$B_{10}$	0.044 8	0.043 6	0.041 1	0.036 3	0.036 0	0.037 3	0.039 6	0.044 8	0.036 0
$B_{11}$	0.041 9	0.044 4	0.039 0	0.033 7	0.034 7	0.037 0	0.048 7	0.048 7	0.033 7
$B_{12}$	0.042 1	0.041 2	0.045 9	0.037 2	0.041 1	0.048 8	0.042 5	0.048 8	0.037 2
$B_{13}$	0.046 1	0.042 5	0.044 6	0.046 2	0.037 3	0.047 4	0.048 5	0.048 5	0.037 3

运用公式(11)与(12)对7个防空导弹阵地目标各项指标加权值与理想解和负理想解分别进行距离计算,得到与理想解和负理想解的距离,最后根据公式(13)计算7个目标指标的相对接近度,从而为进行目标可打击性判定提供依据,具体计算结果如表8所示。

根据目标与理想解和负理想解之间的距离,通过综合考虑各目标与理想解的距离最小化问题以及与负理想解的距离最大化问题,将计算值由大到小进行排序,就可以得到各防空导弹阵地可打击性的排列顺序。根据排序结果,可打击性最大的是目标TS2,最小的是TS5。

表8 目标相对贴近度具体值及排序

防空目标	计算值	理想点的距离	负理想点的距离	贴近值	排名
TS1	0.019 8	0.036 9	0.650 1	2	
TS2	0.019 3	0.037 8	0.662 1	1	
TS3	0.019 1	0.034 9	0.639 9	3	
TS4	0.047 2	0.010 3	0.245 9	6	
TS5	0.048 0	0.006 1	0.192 9	7	
TS6	0.044 5	0.016 7	0.272 9	5	
TS7	0.021 5	0.036 8	0.631 2	4	

### 3.2 结果分析

通过表8可以得到各防空目标的可打击性优劣排序,按照这种排序结果,可以此为参考,制定目标选择方案打击顺序为TS2 > TS1 > TS3 > TS7 > TS6 > TS4 > TS5。通过对得出的数据进行分析,另外结合各个目标的实际情况,可以得出如下结论:

1) A型导弹阵地作为某地区主要的防空武器系统目标,战时遂行对某地中心地区的防卫任务,是军队进行防空作战、争夺制空权的主要力量,从武器装备性能的角度来说,无论是攻击能力、机动能力还是信息能力,它都有着较好的表现,具有十分强大的作战能力;从目标打击的角度而言:其阵地设施配置完善,功能齐全,有效保障了其作战功能的发挥和实现。因此,将三处A型导弹阵地排在打击清单前面,是符合实际作战需求的。

2) 本文选取的A7导弹阵地是某地北部地区唯一的B型导弹阵地,该阵地配备B型导弹,最大射程可达60 km,作战性能较强,且阵地配置也较为完善,通过表中数据可以看到,其可打击性的贴近度与A型导弹阵地相比,相差也不大,为此,将其列为打击清单第4位。

3) C型防空导弹阵地是某地区近程防空的主要力量,在某地区近程防空中发挥重要作用,其也拥有较强的作战能力,但是与A型导弹阵地和B型导弹阵地相比,其作战能力一般,且其阵地设施较为简单,所担负作战任务也不如前述目标重要。因此,将其列为打击清单的末尾。

## 4 结束语

本章通过对作战人员进行目标选择时考虑因素的研究,对目标选择过程中目标可打击性进行分析,用来衡量某个目标在

多大程度上值得我们进行打击;之后结合目标领域和武器装备领域专家学者的先验知识,构建了可打击性指标体系,来对某个目标的可打击性进行定性描绘;最后利用基于信息熵的评价方法对某地区防空导弹阵地目标进行了测试和计算,结果证明,得出的打击清单顺序是可行的。

1) 本章对目标可打击性进行了分析,来衡量目标选择领域中关于目标价值属性的重要程度,结合防空导弹阵地目标,构建了可打击性指标体系,从信息能力、打击能力、机动能力、生存能力、护卫能力等5个方面来对目标可打击性进行全面衡量。

2) 采用TOPSIS和信息熵相结合的数学方法,对构建的防空导弹阵地不同指标值的权重进行了计算,通过衡量目标解与理想解和负理想解的距离,获得目标的贴近度,从而为测算目标可打击性提供依据,最后通过对目标贴近度的排序,得出目标排序结果,得出目标选择次序,并且对排列次序结果进行了分析。

### 参考文献:

- [1] 党耀国,刘思峰,王正新.灰色预测与决策模型研究[M].北京:科学出版社,2009:133-139.
- [2] 张杰.效能评估方法研究[M].北京:国防工业出版社,2009:167-182.
- [3] 许辉.供应商评价指标体系与选择方法研究[D].合肥:合肥工业大学,2008:45-47.
- [4] 姜涛.导弹武器系统作战效能评估方法研究[D].哈尔滨:哈尔滨工业大学,2006:19-22.
- [5] 郑建华,黎放,狄鹏,等.海军武器装备体系作战能力评估模型研究[J].武汉理工大学学报:信息与管理工程版,2009(2):35-38.
- [6] 阳静,罗鹏程,马元正.地面防空体系作战能力评价方法研究[J].桂林空军学院学报,2004(6):3-5.
- [7] 李上.公共服务标准化体系及评价模型研究[D].北京:中国矿业大学,2010:25-27.
- [8] Wang Z H, Zhan W, Qiu W H. Application of an Optimized Entropy-TOPSIS Multi-criteria Decision international Journal of Plant Engineering and Making Model to Facilities Management [J]. Management, 2006, 11(3): 129-136.
- [9] 蔡立亚.基于熵组合权改进TOPSIS法的供应商选择研究[D].华北电力大学,2010:24-27.

(责任编辑 杨继森)