

·测试、试验与仿真·

## 区域目标电子防护系统评估技术

于淑平

(中国电子科技集团公司光电研究院,天津 300000)

**摘要:**区域目标电子防护系统是一个集多种威胁源、多种对抗设备组成的体系对抗系统。其作战效能评估根据威胁分析、交战模式、环境及影响,确定系统任务,对区域目标生存能力进行评估。然后再利用试验和仿真结果,对模型进行验证和修正。

**关键词:**想定;区域目标;毁伤概率;作战效能

中图分类号:TN954.1

文献标识码:A

文章编号:1673-1255(2015)-04-0070-04

## Evaluation Technology of Electronic Protection System of Area Target

YU Shu-ping

(Academy of Opto-Electronics, China Electronics Technology Group Corporation (AOE CETC), Tianjin 300000, China)

**Abstract:** The area target electronic protection system is a kind of countermeasure system composed of multi-threat sources and countermeasure equipments. According to threat analysis, operational modes, environment and the influence, combat effectiveness evaluation is performed to determine system tasks, and the survivability of the area target is evaluated. And then, the experiment and simulation results are used to verify and revise the model.

**Key words:** scenario; area target; hit probability; combat effectiveness

系统效能又称为综合效能,是指系统在一定的条件下,满足一组特定任务要求的可能程度。光电对抗的作战对象一般直接与火力打击武器相关联,因此光电对抗的作战能力和效果往往要用与作战对象传感器相关联的武器失效程度来评价。区域目标电子防护系统作战效能评估准则是具有定量表达形式的客观指标,它能解决系统在一定约束条件下完成固有任务的可用程度,从光电对抗系统完成战斗使命来讲,可用减少损失率来估算它的作战效能<sup>[1]</sup>。

### 1 精确选择和确定防护目标

对目标精确选择是精确打击的基本步骤,对方对我方“节点”和“重心”实施精确打击是在权衡效费比的基础上选择并确定具体目标。因此,实施精

确防护也必须相应地精确选择和确定防护目标,从而提高防护的效费比。

#### (1)目标关键部位对系统功能的影响

根据对方选择重点目标的理论原则,力求使重点防护目标与对方重点打击目标相一致;对防护目标的确定应在定性定量相结合的系统分析的基础上确定,并确定其重要度排序和防护等级;根据各目标的特点,预测对方精确打击可能的作战方式、武器种类和打击强度,以便制定相应的防护预案和防护技术措施。

#### (2)确保防护效能所需的效费比

随着精确制导武器复合制导技术的迅速发展和打击威力的不断提高,单一的防护措施已难以有效对抗精确制导武器的打击,只有综合集成多种防护技术措施才有可能与之相衡。综合利用战场各种防空情报网,达到优化防护资源,取得最佳防护

效能。

(3)分析精确制导武器作战效能及其对特定目标的毁伤效应

精确分析和评估精确制导武器作战效能及其对特定目标的毁伤效应是实施防护的前提。

## 2 影响区域目标防护效果的主要因素

### (1)目标易损性分析

目标易损性是指在受到导弹的攻击时,目标易受损伤的程度,它是衡量目标抗打击的能力指标。目标类型不同,其易损性也不同。同一目标受到损伤的部位不同,它对整个目标功能的影响程度也不尽相同。目标的某些部位受到损伤时,就会丧失完成预期作战任务的能力,称这些部位为目标要害部位;而其余的部位则称为非要害部位。这样,就可以将杀伤目标归结为杀伤目标的关键部位<sup>[4]</sup>。

### (2)有损伤积累

尽管任意一发导弹都没有单独地杀伤目标,但是几发导弹的综合破坏作用却可能杀伤目标,“损伤积累”实际上是客观存在的<sup>[5]</sup>。

### (3)系统防护的权重确定

对区域目标进行攻击时,应重点选择区域目标内震慑力强、影响面广的子目标进行打击,以扰乱区域目标的正常功能,削弱区域目标的作战能力。

严重毁伤是指对那些不易摧毁或摧毁性打击代价太高的重要目标,毁伤其主要设施,使其在较长时间内丧失基本作战能力。

#### ①被保护目标的分类

区域目标分为(重要目标 $n_1$ 个、一般目标 $n_2$ 个)。

被保护目标数=  $n_1 + n_2$

#### ②损伤的级别

完全损毁目标:被击中(假设:脱靶量 $\leq 10$  m);

部分损毁目标:严重(假设:  $10$  m $<$ 脱靶量 $\leq 15$  m),  
轻微(假设:  $15$  m $<$ 脱靶量 $\leq 30$  m);

完好目标:没有受到任何损伤(假设:脱靶量 $> 30$  m)。

## 3 区域目标电子防护效果评估仿真系统构建

### 3.1 仿真演示系统组成

区域目标电子防护系统仿真演示系统组成如

图1。

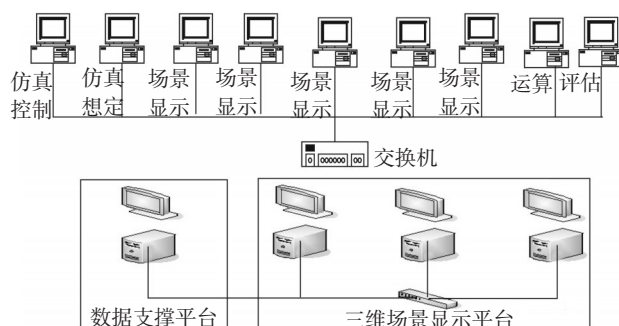


图1 区域目标电子防护系统仿真演示系统组成

- (1)显示远方空情;
- (2)近程态势显示;
- (3)能够根据网络数据实时显示飞机轨迹、导弹轨迹、导弹爆炸等特效;
- (4)显示各对抗系统的工作状态;
- (5)显示威胁目标航迹、画出威胁目标的航迹点。

### 3.2 区域目标电子防护系统基础数据库

- (1)光电对抗资源库;
- (2)光电对抗综合数据库;
- (3)部署信息数据库;
- (4)基础类数据库。

### 3.3 区域目标电子防护系统仿真想定

- (1)被保护的区域目标想定;
- (2)威胁源想定;
- (3)区域目标防护资源想定;
- (4)区域目标防护资源布设计想定;
- (5)区域目标作战过程想定。

具备阵地布设计算能力,能根据重点保护的区域的地理位置、重要度、系统配置、作战方向等条件,结合各干扰装备防御能力进行布阵;并能在电子地图上生成系统展开的示意图,显示系统展开后作战能力。

### 3.4 区域目标电子防护系统场景及战场态势显示

具备场景漫游、三维模型驱动等基本功能。能够切换视点,观察不同的区域。

- (1)近程态势显示;
- (2)显示远方空情;

- (3)显示各对抗系统的工作状态;
- (4)显示威胁目标航迹。

### 3.5 运算决策

- (1)攻防双方作战环境和体系结构的设置;
- (2)进攻方武器系统的组成、作战任务和战术使用;
- (3)对抗装备系统的类型、性能参数、阵地的部署;
- (4)攻防双方目标的坐标位置、速度及其精度等;
- (5)攻防双方各单元的运动和防护方探测和干扰的仿真;
- (6)作战中各状态转移事件的判断;
- (7)根据双方瞬时相对条件,形成作战的控制命令;
- (8)作战仿真结束判据;
- (9)仿真结果的数据处理和统计,形成作战效能指标。

## 4 区域目标电子防护系统作战效能

区域目标电子防护系统仿真演示效能评估流程如图2。

区域目标面临的主要威胁是对方精确制导武器的攻击,攻击过程一般分为四个重要阶段<sup>[2]</sup>。

- (1)侦察阶段;
- (2)攻击前的搜索、发现、识别和瞄准目标阶段;
- (3)跟踪和引导阶段;
- (4)干扰对抗阶段。

公式为

$$p_s = 1 - p_i \cdot p_{mt} \cdot p_{h/m} \quad (1)$$

式中, $p_s$ 为目标的生存概率; $p_i$ 为目标被探测到概率; $p_{mt}$ 为目标被探测到并被命中的概率; $p_{h/m}$ 为目标被命中并被摧毁的概率。

根据上式,可通过降低 $P_i$ 、 $P_{mt}$ 、 $P_{h/m}$ 值来提高大型目标的生存概率。可以针对制导武器的攻击特点,采取合理的伪装措施,降低 $P_i$ 、 $P_{mt}$ 、 $P_{h/m}$ ,最终达到提高 $P_s$ 的目的。

### 4.1 建立权重集

因为每一个因素对区域目标电子防护系统性

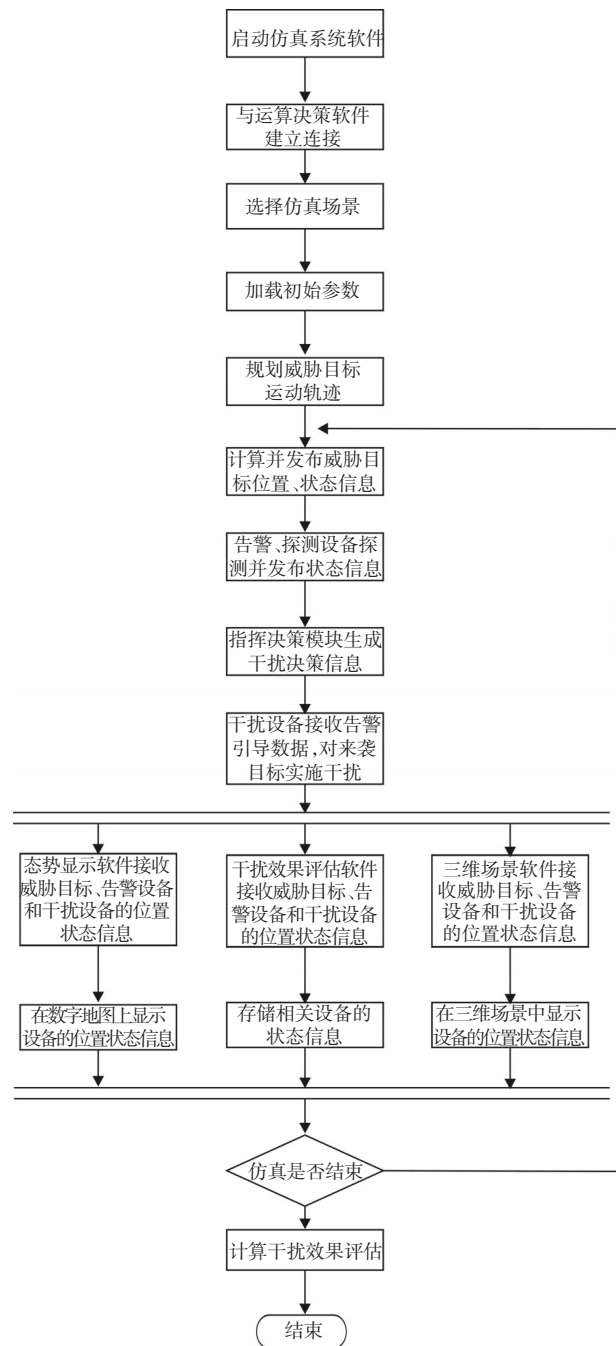


图2 区域目标电子防护系统仿真演示效能评估流程

能影响的程度不同,需要对每一个因素分别给出一个权数。

各类因素的权重集记为 $A$ ,设第 $i$ 个因素的权数为 $a_i$ ,则因素类权重集为

$$A = \{a_1, a_2, \dots, a_n\} \quad (2)$$

$$\sum_{i=1}^{i=n} a_i = 1 \quad a_i \geq 0 \quad (i = 1, 2, \dots, n) \quad (3)$$

## 4.2 系统探测概率

系统探测概率表示为

$$T(D) = 1 - \prod_{i=1}^n (1 - P_i) \quad (4)$$

式中,  $T(D)$  为系统的探测概率;  $n$  为设备数;  $P_i$  为第  $i$  个探测设备探测概率。

## 4.3 系统的综合防护效能 $E_w$

决定和影响系统作战效能的主要因素是探测威胁源的告警能力和干扰能力。系统作战效能可表示为

$$E_{SR} = E_w \cdot E_c \quad (5)$$

式中,  $E_{SR}$  为系统作战效能;  $E_w$  为告警分系统的告警能力;  $E_c$  为干扰分系统的干扰能力。

系统作战效能得出如下结果:

- (1) 给出系统探测概率;
- (2) 给出系统干扰成功率;
- (3) 给出系统的综合防护效能;
- (4) 给出了目标的毁伤情况;
- (5) 给出系统效费比;
- (6) 给出威胁源数目与系统防护成功概率的关系;
- (7) 给出威胁源数目与系统防护代价的关系;
- (8) 给出威胁源数目与系统的作战效能的关系。

## 5 结束语

区域目标电子防护系统作战效能评估由于影响因素众多, 其中又有不少不确定因素, 所以只能在合理的假设条件下, 根据威胁分析, 交战模式, 环境及影响, 确定系统任务, 对区域目标生存能力进行评估。然后再利用试验和仿真结果, 对模型进行验证和修正。

## 参考文献

- [1] 解凯, 陈永光, 汪连栋, 等. 多假目标干扰评估准则体系研究[J]. 战术导弹技术, 2005:10-14.
- [2] 方辉熠. 防空导弹武器系统仿真[M]. 北京: 宇航出版社, 1995.
- [3] 单家元, 孟秀云, 丁燕. 半实物仿真[M]. 北京: 国防工业出版社, 2008.
- [4] 掌亚军. 空中目标易损性建模及应用[J]. 航空兵器, 2008(2).
- [5] 江静, 张雪松. 基于计算机视觉的深度估计方法[J]. 光电技术应用, 2011, 26(1):51-55.
- [6] 马胜贤, 孔晓玲, 王立新, 等. 基于实时网络的半实物仿真系统控制方法[J]. 光电技术应用, 2012, 27(3):14-17.
- [7] 袁瑾, 宁提纲, 李月琴, 等. 面向全光信号处理的三角形光脉冲产生技术[J]. 光电技术应用, 2014, 29(5):60-64.
- [8] 范永金, 吴刚. 基于BOM的光电信息控制仿真系统设计[J]. 光电技术应用, 2014, 29(6):13-17.

(上接第57页)

- [8] 冯进. PM2.5 监测技术的发展及测量数据准确性的保障[J]. 计量与测试技术, 2014.
- [9] 何强, 文卉. 基于单片机和DSM501 测量PM2.5[J]. 电子

世界, 2014.

- [10] 纪跃芝, 贺莉, 周欣. 空气质量的预测预报[J]. 长春工业大学学报: 自然科学版, 2006.

(上接第65页)

- 真技术研究[D]. 长沙: 国防科学技术大学, 2006.
- [4] 潘成胜, 张馨, 李定主. STK/Connect 模块在 GPS 仿真演示系统中的应用[J]. 火力与指挥控制, 2008, 33(10): 117-120.
- [5] 张守玉, 姜振东. 基于 STK 的卫星轨道机动模型设计与仿真[J]. 计算机仿真, 2004, 21(10):25-28.
- [6] 杨颖, 王琦. STK 在计算机仿真中的应用[M]. 北京: 国防工业出版社, 2005.
- [7] 曹裕华, 冯书兴, 管清波, 等. 航天器军事应用建模与仿

真[M]. 北京: 国防工业出版社, 2010.

- [8] 陈波, 张刚, 王娜, 等. 基于 STKX 组件的视景仿真关键技术[J]. 计算机工程, 2011, 37(19):261-263.
- [9] 何思捷, 杨磊, 陈小前. 基于 LabView 与 STK 的卫星轨道预报可视化仿真平台设计[J]. 科学技术与工程, 2011, 11(23):5702-5707.
- [10] 郗晓宁, 王威. 近地航天器轨道基础[M]. 长沙: 国防科技大学出版社, 2003.