

doi: 10.7690/bgzd.2013.04.007

舰空导弹对反舰导弹攻击群射击效能评估

闫艳坤¹, 栗飞²

(1. 中国人民解放军第 4328 厂, 山西 长治 046000; 2. 海军航空工程学院, 山东 烟台 264001)

摘要: 为了提高舰空导弹武器系统抗饱和攻击的作战效能, 对反舰导弹攻击群的射击效能进行评估。将多方向攻击的反舰导弹假设成单方向来袭的攻击群, 在一定假设条件下, 以杀伤全部来袭目标的概率为效能指标, 选用舰空导弹武器系统的射击效能作为效能评估准则, 建立多个拦截循环的射击效能模型, 并进行射击效能流程和实例的仿真评估。仿真结果表明: 舰空导弹武器系统对反舰导弹攻击群的射击效能随着反舰导弹速度的增加而降低, 舰空导弹武器系统反导时采取连射比单射的射击效能高, 该结果为防空指挥决策提供了定量分析的依据。

关键词: 舰空导弹; 反舰导弹; 饱和攻击; 射击效能

中图分类号: TJ762.3 **文献标志码:** A

Firing Efficiency Evaluation of Ship-to-Air Missile at Anti-Ship Missile Attack Group

Yan Yankun¹, Li Fei²

(1. No. 4328 Factory of PLA, Changzhi 046000, China;

2. Naval Aeronautical & Astronautical University, Yantai 264001, China)

Abstract: For improving anti-saturation attack operation efficiency of ship-to-air missile weapon system, evaluate the firing efficiency of anti-ship missile attack group. Firstly, anti-ship missile of multidirectional attack is assumed to attack group in one direction, under some hypothesis conditions, taking killing all attack target probability as efficiency index. Choose fire efficiency of ship-to-air missile system as efficiency evaluation principle. Establish fire efficiency model for multi holding up cycles and carry out simulation evaluation of fire efficiency procedure and example. The simulation result shows that the fire efficiency of ship-to-air missile system to anti-ship missile decreases when anti-ship missile speeds up. The fire efficiency of ship-to-air missile system for anti-missile increases when adopt continuous firing. The result provides quantitative analysis for air defense command decision.

Key words: ship-to-air missile; anti-ship missile; saturation attack; firing efficiency

0 引言

由于舰载反导武器的多样化、层次化及反导武器性能的不断提高, 反舰导弹要达到击毁目标的目的, 一般采用饱和攻击的作战方式。舰空导弹武器系统是最重要的反导武器, 是舰艇生存能力的重要保证。当前, 舰空导弹武器系统具有多个目标通道并采用垂直发射系统, 大大提高了其作战效能, 使得舰空导弹具有一定的抗饱和攻击能力。笔者通过对反舰导弹攻击群的处理, 采用多个拦截循环的射击效能模型研究舰空导弹武器系统的抗饱和攻击作战效能, 为防空指挥决策提供定量分析的依据。

1 饱和攻击

1.1 饱和攻击的概念

20 世纪 60 年代, 前苏联海军元帅戈尔什科夫提出了“饱和攻击”的作战理念: 利用配备导弹的水面舰艇、潜艇和飞机等作战平台, 在极短的时间内, 从空中、水面、水下等不同方向、不同层次, 采取大密度、连续袭击的突防方式, 以数量优势形

成绝对的火力密度, 向舰艇编队发射超出其抗攻击能力的导弹, 使舰艇编队的海上防空反导系统在接战时处于无从应付的饱和状态, 进而达到提高导弹突防概率和摧毁目标的能力^[1]。

1.2 假设条件

反舰导弹饱和攻击时, 一般通过发射平台采取错时发射的方式和反舰导弹的航路规划能力来达到时间上的协同, 即保证各平台从不同时间不同方向发射的反舰导弹能同时到达攻击区域。对采用垂直发射系统的舰空导弹武器系统来说, 舰空导弹垂直弹射后会在初制导段自动转弯指向攻击目标, 因此反舰导弹的多方向攻击对舰空导弹的拦截并没有多大影响, 可以假设多方向进行攻击的反舰导弹是从一个方向而来, 如图 1 所示, 右边的反舰导弹多方向攻击态势图转化成了左边的单方向攻击态势图, O 点位水面舰艇所处的位置。为了便于计算舰空导弹的射击效能, 笔者设定的假设条件如下:

- 1) 反舰导弹作水平匀速直线运动;
- 2) 反舰导弹之间的分布间隔很小, 把反舰导弹

收稿日期: 2012-10-09; 修回日期: 2012-11-03

作者简介: 闫艳坤(1981—), 女, 河南人, 本科, 助理工程师, 从事航空装备保障与维修研究。

攻击群作为整体看待。舰空导弹与反舰导弹群的遭遇点在反舰导弹攻击群的中心;

3) 把舰空导弹武器系统第一个目标通道的一个转火射击周期视作一个拦截循环, 在一个拦截循环中, 每个空袭目标最多只有一个目标通道对其进行射击;

4) 认为指挥控制系统能及时调动火力, 向未被杀伤的空中目标射击;

5) 目标通道按来袭目标流的顺序和通道占用情况进行分配和排序, 第一个目标通道空闲时优先参与射击。

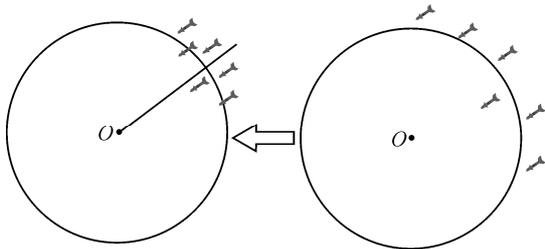


图1 反舰导弹攻击群示意图

反舰导弹攻击群中心的坐标值为:

$$p = \sum_{i=1}^m p_i / m \quad (1)$$

$$d = \sum_{i=1}^m d_i / m \quad (2)$$

其中: m 表示反舰导弹的个数; $p_i (i=1, \dots, m)$ 表示第 i 枚反舰导弹的航路捷径; $d_i (i=1, \dots, m)$ 表示第 i 枚反舰导弹的水平距离。

2 多个拦截循环的射击效能模型

舰空导弹武器系统作战效能的评估准则^[2-3]主要有: 防空效能准则、射击效能准则、加权射击效能准则和空袭中断确信程度准则。笔者选用射击效能准则研究舰空导弹武器系统抗饱和攻击的作战效能, 效能指标选为杀伤全部来袭目标的概率。射击效能方程^[4]可写成如下形式:

$$w(m) = 1 - w_1 w_2 \dots w_k I \quad (3)$$

其中, w_1, w_2, \dots, w_k 分别为第1, 2, ..., k 个循环的拦截效能矩阵; $I = [111 \dots 1]^T$, I 中的元素为 m 个。

$$w_1 = [w(0/0)_1 \quad w(1/0)_1 \quad w(2/0)_1 \quad \dots \quad w((m-1)/0)_1] \quad (4)$$

$$w_k = \begin{bmatrix} w(0/0)_k & w(1/0)_k & w(2/0)_k & \dots & w((m-1)/0)_k \\ & w(0/1)_k & w(1/1)_k & \dots & w((m-2)/1)_k \\ & & w(0/2)_k & \dots & w((m-3)/2)_k \\ & & & \ddots & \vdots \\ 0 & & & & w(0/(m-1))_k \end{bmatrix} \quad (5)$$

式中: $w(i/j)_k$ 为 $k(k>1)$ 个拦截循环中, m 个目标已被杀伤 j 个的条件下(即还剩下 $(m-j)$ 个目标), 再次射击恰好杀伤 i 个目标的概率。

$$w(i/j)_k = \begin{cases} 0 & (n_{kj} < i) \\ (1 - k_{gg}) + k_{gg} (1 - r_1)^{n_{kj}} & (i=0) \\ k_{gg} C_{n_{kj}}^i r_1^i (1 - r_1)^{n_{kj}-i} & (n_{kj} \geq i, 0 < i < (m-j)) \end{cases} \quad (6)$$

式中: r_1 为计入战斗可靠性的单次射击杀伤概率; k_{gg} 为各目标通道公用部分的战斗可靠性系数; n_{kj} 为第 k 个拦截循环中, 射击 $(m-j)$ 个目标的目标通道数, 可用下式表示:

$$n_{kj} = \begin{cases} m-j & (n_{mb} \geq m-j) \\ n_{mb} & (n_{mb} \leq m-j) \end{cases} \quad (7)$$

3 仿真流程

设定反舰导弹攻击群的各项参数, 则由首次与末次相遇点斜距模型可以求出杀伤区远近界^[5]; 代入基于三维空间的拦截循环次数模型^[6], 由此可以仿真计算出舰空导弹武器系统对目标群的拦截循环次数和每个拦截循环的相遇点斜距; 利用相遇点斜距, 通过受遭遇时间限制的目标通道数模型求出每个拦截循环的可用目标通道数^[7], 最后由射击效能模型求出某型舰空导弹武器系统对单个目标群全部杀伤的概率。流程如图2所示。

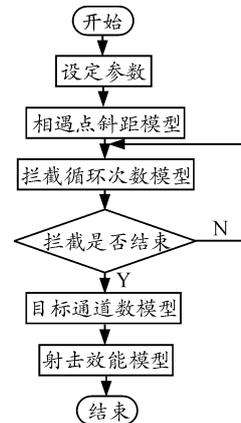


图2 射击效能评估流程

4 实例仿真

设定反舰导弹和舰空导弹武器系统的各项参数, r 表示反舰导弹与舰空导弹的速度比值, t_{jg} 表示舰空导弹武器系统目标通道的发射间隔时间, 图3~图6是在 t_{jg} 取不同值的情况下, 舰空导弹武器系统对反舰导弹的射击效能。

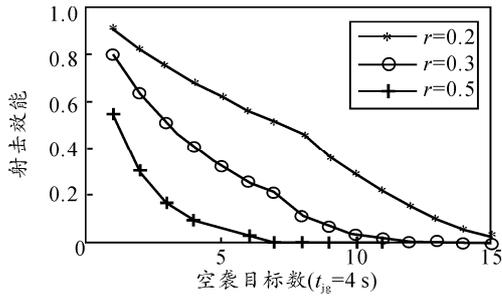


图 3 目标通道射击间隔为 4 s 时的射击效能(单射)

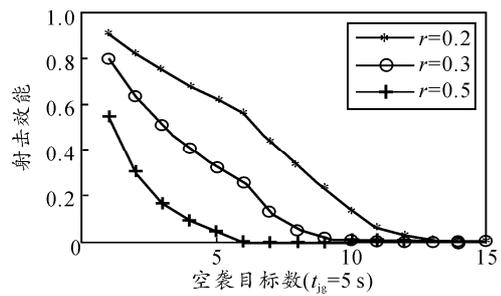


图 4 目标通道射击间隔为 5 s 时的射击效能(单射)

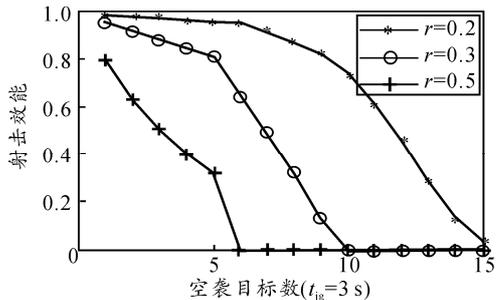


图 5 目标通道射击间隔为 3 s 时的射击效能(连射)

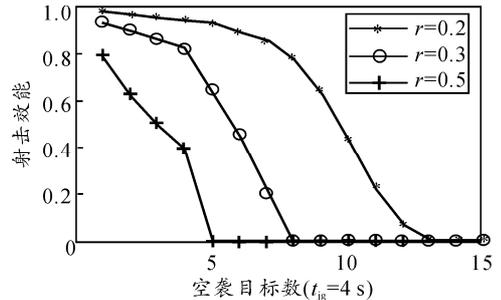


图 6 目标通道射击间隔为 4 s 时的射击效能(连射)

5 结论

笔者对舰空导弹武器系统的抗饱和和攻击作战效能进行了仿真分析,得出以下结论:舰空导弹武器系统对反舰导弹攻击群的射击效能随着反舰导弹速度的增加而降低,舰空导弹武器系统反导时采取连射比采取单射的射击效能高,随着目标通道发射时间间隔变大,舰空导弹武器系统的射击效能会降低,且连射时的变化幅度比单射时的变化幅度较大。

参考文献:

[1] 丁永丽,李应岐,田野. 导弹武器系统效能评估的模糊

(上接第 23 页)

如加强保障人员业务训练,使保障人员“一专多能”,要求军械员能够完成工作项目 J ; 则军械员在完成工作项目 A 后,即可承担工作项目 J ,则工作项目 I 和 J 即可由串行工作项目调整为并行工作项目,关键路线随之改变为 $I_k = \{A, E, K, L, M\}$, 该型飞机再次出动准备时间也可缩短为 38 min。

4.3 改进飞机设计

从源头抓起,通过改进飞机设计,减少关键工作项目的工作量,降低飞机对保障人员的业务技术水平需求等,均可在一定程度上缩短飞机再次出动准备时间。

5 结语

基于网络计划技术的装备保障特性流程类指标度量与优化方法可为科学度量装备保障特性流程类

AHP 评判模型[J]. 四川兵工学报, 2010, 30(6): 31.
 [2] 金钊,方立恭. 现代海上空袭体系对防空体系作战效能评估准则的影响[J]. 现代防御技术, 2008: 36(1): 1-4.
 [3] 陈立新. 防空导弹网络化体系效能评估[M]. 北京: 国防工业出版社, 2007: 26-29.
 [4] 徐品高. 防空导弹体系总体设计[M]. 北京: 宇航出版社, 1996: 464-465.
 [5] 董文洪,刘鹏祥,栗飞. 基于空袭目标特性的相遇点斜距模型[J]. 海军航空工程学院学报, 2007(4): 16-21.
 [6] 栗飞,帅鹏,董文洪,等. 防空导弹武器系统射击次数的建模方法[J]. 指挥控制与仿真, 2009, 24(3): 21-23.
 [7] 徐品高. 现代点防御防空导弹的火力密度和目标通道数[J]. 战术导弹技术, 2007, 5(3): 1-6.

指标提供技术方法支持,并可指导装备保障特性流程类指标论证优化工作。

参考文献:

[1] 单志伟,何成铭,刘维维,等. 装备综合保障工程[M]. 北京: 国防工业出版社, 2007: 4.
 [2] 陈庆华. 航天发射试验组织指挥网络计划管理系统[J]. 装备指挥技术学院学报, 2000(4): 1-5.
 [3] 李万庆,孟文清. 工程网络计划技术[M]. 北京: 科学出版社, 2009: 7-31.
 [4] 庄德慧,李孝全. 基于网络计划技术的某发射装置维修管理研究[J]. 维修管理, 2007, 11(5): 23-26.
 [5] 甘应爱,田丰,李维铮,等. 运筹学[M]. 北京: 清华大学出版社, 2010: 286-287.
 [6] 陈庆华. 装备运筹学[M]. 北京: 国防工业出版社, 2005: 189-195.
 [7] 赵经成,祝华远,王文秀. 航空装备技术保障运筹分析[M]. 北京: 国防工业出版社, 2010: 130-131.