

航空子母弹对地攻击效果评估方法

韩 统¹, 魏贤智¹, 肖新长², 张 翔¹

(1. 空军工程大学 工程学院, 陕西 西安 710038; 2. 95209 部队, 湖南 长沙 410018)

摘 要:子母弹对地面目标的毁伤效能评估是子母弹的重要研究内容。针对特定目标及其毁伤类型,给出了评估航空子母弹作战使用效果的指标,建立了一种评估航空子母弹对单个和集群目标攻击效果的方法。用 MATLAB 语言编制了效果评估计算软件,结合算例对航空子母弹对地面目标攻击的效果进行了计算,验证了评估方法的合理、有效性。

关键词:子母弹;对地攻击;效果评估

中图分类号: TJ 7 **文献标识码:** A **文章编号:** 1009-3516(2007)01-0018-03

对地攻击效果评估是拟制航空兵攻击方案、计算攻击兵力、预测攻击效果的前提,是充分发挥航空兵作战效能的重要依据,并且对选择攻击目标、合理制定武器挂载方案、确定火力攻击方法、保证飞行安全等方面具有规范和指导作用^[1-2]。论文在确定了评估攻击效果指标的基础上,建立了一种航空子母弹攻击地面目标效果评估方法。本文对目标火力突击效果评估计算时基于以下假设^[3-6]:①航空子母弹对地面单个(单元)目标毁伤作用具有唯一综合特征,即等效毁伤区;②航空子母弹人工散布和个别散布具有唯一综合特征,即航空子母弹等效散布区;③在等效散布区覆盖单元目标等效毁伤区的条件下,对于所有单元目标和航空子母弹而言,服从指数毁伤规律;④火力攻击是针对攻击目标中心进行的。

1 攻击效果评估模型

对于载机携航空子母弹攻击任意单个、集群或复合目标而言,其火力攻击效果评估的方法是相同的,都是基于评估集群目标的毁伤效果。假设集群目标由 N_U 个同类单元目标组成,目标中心处于矩形 U_x 、 U_z 的几何中心,单元目标均匀地分布在此矩形内:当 $N_U = 1$ 时,按单个目标进行计算;当 N_U 很大时,按面状目标进行计算;对若干同类单个目标组成面状目标的毁伤特性与同类集群目标的毁伤作用相同;如果不同类型的单个目标组成非同类集群目标,那么选取其中主要的一类目标,并且将航空子母弹对这类目标的毁伤特性看作是对整个目标的毁伤特性;如果不同类型单元目标的数量没有指明,那么这样的集群目标被当作面状目标。在一次火力攻击条件下,毁伤效果评估的基本计算公式如下^[2]:

$$M_r[V] = M_1[V]r = MGr \quad (1)$$

式中: $M_r[V]$ 为毁伤密集型集群目标中单元目标的平均概率或面状密集目标毁伤面积的平均百分数; $M_1[V]$ 为在对目标中心一次火力攻击下,集群目标中单元目标毁伤百分数的数学期望或面状目标毁伤面积百分数的数学期望; r 为在瞄准中心为目标中心,火力攻击的条件给定时,所攻击目标的分散指标。

$$r = r_x r_z = \max\{1; U_x^*/(l_x^* + L_x^* + 3)\} \max\{1; U_z^*/(l_z^* + L_z^* + 3)\} \quad (2)$$

式中: r_x 、 r_z 为集群目标纵向和横向上的分散指标; U_x^* 、 U_z^* 为集群目标矩形的相对纵长和横宽; L_x^* 、 L_z^* 为航空子母弹等效散布区矩形的相对纵长和横宽; l_x^* 、 l_z^* 为以集体散布概率偏差为单位尺度时,等效毁伤区 l_x 和 l_z 的相对范围。

收稿日期:2006-06-05

基金项目:空军工程大学工程学院优秀博士学位论文基金资助项目(BC06003)

作者简介:韩 统(1980-),男,山西朔州人,博士生,主要从事精确制导武器系统及其应用研究;

魏贤智(1962-),男,四川峨眉人,教授,主要从事航空火力控制理论,航空武器系统作战效能研究。

用 M 表示对目标中心一次火力攻击下,单元目标的中心均匀分布于目标面积内时,集群目标中单元目标毁伤百分数的数学期望或目标面积毁伤百分数的数学期望。

$$M = M_X(U_X^*; l_X + l_X^*) M_Z(U_Z^*; l_Z + l_Z^*) \quad (3)$$

式中: M_X 或 M_Z 为 U_X 或 U_Z 与 $l_X + l_X^*$ 或 $l_Z + l_Z^*$ 重叠百分数的数学期望。

用 G 表示航空子母弹散布区与单元目标等效毁伤区重合时,一颗子母弹命中单元目标等效毁伤区的平均毁伤概率简称单元目标平均毁伤概率。

$$G = 1 - (1 - p)^{n_z n_k} \quad (4)$$

式中: n_k 为子母弹中子弹药的数量; n_z 为考虑到个别散布,在评估效果计算和确定航空子母弹散布等效区边长参数时,相对于 L_{ZN} (考虑到个别散布时等效毁伤区在 z 轴方向上的长度) 值确定的有效武器数量; p 为在等效散布区 (l_X, l_Z) 覆盖单元目标等效毁伤区 (L_X, L_Z) 时, n_z 枚子弹药中 1 枚命中单元目标等效毁伤区的平均概率,可按式计算:

$$p = p_X p_Z = \min \left\{ 1; \frac{l_X^*}{L_X^* n_z / n} \right\} \min \left\{ 1; \frac{l_Z^*}{L_Z^*} \right\} \quad (5)$$

式中: n 为单机对目标实施一次攻击时,母弹的数量; p_X, p_Z 为在 l_X 或 l_Z 覆盖 L_X 或 L_Z 时, n_z 枚子弹中的一枚命中 l_X 或 l_Z 段的平均概率。

1.1 评估单机毁伤单个目标的作战效果

计算小型单个地面目标毁伤概率,且从飞机上可以发现目标时,式(3)中应该取 $U_X^* = U_Z^* = 0$ ($r=1$)。此时式(1)可表示为

$$W_1 = M_1[V] = MG = M_X(0; l_X^* + L_X^*) M_Z(0; l_Z^* + L_Z^*) G \quad (6)$$

式中: W_1 为在一次火力攻击中,单个目标被毁伤的概率;参数 $M_X(0; l_X^* + L_X^*) = \hat{R}_X$ 是 l_X 覆盖 L_X 段的概率;同理,参数 \hat{R}_Z 是 l_Z 覆盖 L_Z 段的概率。

1.2 评估单机毁伤集群目标的作战效果

飞机毁伤集群目标的效果指标为 $M_1[V]$, 即在对目标中心一次火力攻击时,这些目标遭受相对损失的数学期望:

$$M_1[V] = M_X(U_X^*; l_X^* + L_X^*) M_Z(U_Z^*; l_Z^* + L_Z^*) G \quad (7)$$

当 $N_U = 1, U_X^* = U_Z^* = 0$ 时, $M_1[V]$ 值等于一次攻击毁伤单个目标的概率 W_1 。

为了确定 $M_1[V]$ 值,必须根据计算的初始参数确定等效毁伤区的范围 l_X 和 l_Z , 计算下列有关参数值。

$$U_X^* = U_X / E_{XC}; U_Z^* = U_Z / E_{ZC}; l_X^* = l_X / E_{XC}; l_Z^* = l_Z / E_{ZC}; E_{XN}^* = E_{XN} / E_{XC}; E_{ZN}^* = E_{ZN} / E_{ZC} \\ L_{XT}^* = L_{XT} / E_{XC}; i_X^* = L_{XT} / n - 1; L_{XK}^* = L_{XK} / E_{XC}; L_{ZK}^* = L_{ZK} / E_{ZC} \quad (8)$$

式中: E_{XC}, E_{ZC} 为弹药沿 x 和 z 轴集体散布的概率偏差; E_{XN}, E_{ZN} 为弹药沿 x 和 z 轴个别散布的概率偏差; L_{XT} 为连投长; L_{XK}, L_{ZK} 为一枚母弹中子弹药沿 x 和 z 轴的平均散布范围; i 为弹药之间的连投间隔。式(8)中所有带 * 号的值都是相对值,并且等于那些没有带 * 号的值与集体散布概率偏差之比。

确定 n_X 和 n_Z 值, $n_X = \min \{ n, 3E_{XN}^* / i_X^* \}$, $n_Z = \min \{ n, (l_X^* + 3E_{XN}^* / i_X^*) \}$ 然后根据 n_X, l_X^*, E_{XN}^* 和 n_Z, l_Z^*, E_{ZN}^* 值确定航空子母弹散布区的相对范围 L_{XN}^*, L_{XK}^* 。最后按公式(9)求出 L_X^*, L_Z^* 值。

$$L_X^* = L_{XT}^* + L_{XN}^* + L_{XK}^*; L_Z^* = L_{ZN}^* + L_{ZK}^* \quad (9)$$

根据 $U_X^*, l_X^* + L_X^*$ 算得 M_X 值,同理,根据 $U_Z^*, l_Z^* + L_Z^*$ 算得 M_Z 值,可得 $M = M_X M_Z$; 根据公式(4)确定 G 值。最后计算值 $M_1[V]MG$ 。

2 效果评估算例

该效能评估方法的输入参数有目标参数、目标所需毁伤程度、航空子母弹的使用条件和散布特性等,输出的参数包括对单个目标的毁伤概率、目标分散指标、毁伤集群目标的概率或毁伤数量或面积百分数的数学期望、火力突击次数或兵力兵器数量等。用 MATLAB 语言编制了效果评估计算软件,用来分析航空子母弹对地攻击的效果。

[算例一]:每架飞机挂载相同数量的某型航空子母弹的机群对某地空导弹火力阵地进行攻击,已知 $n =$

20, 目标分布在面积 $U_x = 300 \text{ m}$, $U_z = 150 \text{ m}$ 范围内, 低空水平轰炸, 飞行速度 $V_c = 800 \text{ k/h}$, 连投长 $L_{XT} = 470 \text{ m}$, 取定在完成概率 $P_g = 0.8$, 其它参数一定的情况下计算所需飞机数量与综合的圆散布概率偏差 (E_{bp}) 之间的关系。

由图 1 可以看出对给定目标实施攻击时, 选定合适的预期攻击效果指标是很有必要的, 因为对目标攻击为“摧毁”或是“压制”对兵力兵器的需求差别是很明显的, 论证了在攻击之前预先确定毁伤程度的重要性。

[算例二]: 12 架轰炸机各携带某型航空子母弹对停放着 18 架飞机的掩蔽库进行轰炸, 已知 $n = 40$, 掩蔽库分布的面积为 $U_x = 800 \text{ m}$, $U_z = 200 \text{ m}$ 实施水平轰炸, 高度 $H = 1000 \text{ m}$, 炸弹散布的概率偏差为: $U_{XT} = 100 \text{ m}$; $E_{ZT} = 100 \text{ m}$; $E_{XN} = 20 \text{ m}$; $E_{ZN} = 20 \text{ m}$, 求摧毁掩蔽库中敌机的概率或敌机数量的数学期望与武器连投长的关系。

由图 2 和图 3 可以看出随着连投长的增加, 毁伤目标概率和毁伤目标数量会降低。

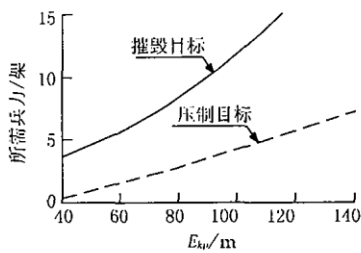


图 1 所需飞机数量与 E_{bp} 的关系

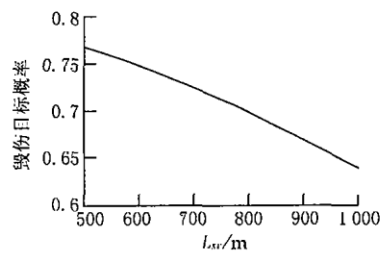


图 2 毁伤概率随 L_{XT} 的变化规律

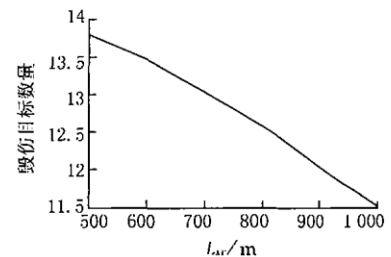


图 3 毁伤目标数量随 L_{XT} 的变化规律

3 结束语

论述了航空子母弹对地面目标攻击效果评估中所涉及的基本问题, 建立了一种评估航空子母弹作战使用效果的方法。最后通过算例分析验证了这种评估方法的合理、有效性。

参考文献:

- [1] 黄俊, 武哲. 作战飞机的空-地攻击效能评估[J]. 航空学报, 1999, (1): 69-71.
- [2] 韩统. 航空武器对地攻击效果评估方法研究[D]. 西安: 空军工程大学工程学院, 2005.
- [3] 孔维红, 姜春兰, 王在成. 某型航空子母弹子母弹地面散布研究[J]. 航空兵器, 2005, 4: 43-46.
- [4] 沙兆军, 杨伯忠, 刘怡昕. 子母弹对集群目标射击效率评定模型及应用[J]. 弹道学报, 2005, 17(4): 84-87.
- [5] 韩俊杰, 李为民, 刘付显. 多通道防空导弹武器系统作战效能分析的排队模型研究[J]. 空军工程大学学报(自然科学版), 2005, 4: 20-22.
- [6] 李红亮, 宋贵宝, 刘持胜. 反舰导弹命中概率模型研究[J]. 海军航空工程学院学报, 2005, 20(1): 181-184.

(编辑: 姚树峰)

A Study of Air-to-Ground Attacking Effectiveness Assessment of Cluster Bomb

HAN Tong¹, WEI Xian-zhi¹, XIAO Xin-chang², ZHANG Xiang¹

(1. The Engineering Institute, Air Force Engineering University, Xi'an 710038, Shaanxi, China; 2. Unit 95209 of Air Force, Changsha 410018, Hunan, China)

Abstract: The damage efficiency assessment of the cluster ammunition is important. In allusion to special targets and damage types, the index used for assessing the operational application effectiveness of cluster bomb is given. Then, a method of assessing the operational application effectiveness of cluster bomb attacking single target and collective targets on land is erected. At last, in combination with examples, the attack effectiveness of cluster bomb to the ground target is enumerated by using the effectiveness assessment software compiled in MATLAB and interrelated conclusions are educed. The calculation results show that the assessment method is reasonable and effective.

Keywords: cluster bomb; air-to-ground attack; effectiveness assessment