doi: 10.3969/j.issn.1006-1576.2012.03.004

舰载火箭子母弹平均弹药消耗量计算模型

胡江[1]，戴耀[2]，黄景德[1]
（1. 海军大连舰艇学院导弹与舰炮系，辽宁 大连 116018；2. 海军大连舰艇学院作战指挥系，辽宁 大连 116018）

摘要：为避免射击指挥员战场指挥的盲目性，根据作战任务对舰载火箭子母弹平均弹药消耗量进行预先估计。针对舰载火箭子母弹射击特点，分析射击误差的简化处理，基于均匀分布法的基本原理给出毁伤概率评估公式，通过毁伤概率的逆运算建立舰载火箭子母弹平均弹药消耗量的计算模型。结果表明：该计算模型公式简单、计算速度快，能为舰载火箭子母弹的对岸作战使用提供决策依据。

关键词：平均弹药消耗量；均匀分布法；舰载火箭子母弹
中图分类号：TJ415 **文献标志码：**A

Computational Model on Average Ammunition Consumption of Shipborne Shrapnel

Hu Jiang[1], Dai Yao[2], Huang Jingde[1]
(1. *Dept. of Missile & Ship-Borne Gun*, *Dalian Warship Academy of PLA Navy*, *Dalian* 116018, *China*;
2. *Dept. of Operation & Command*, *Dalian Warship Academy of PLA Navy*, *Dalian* 116018, *China*)

Abstract: In order to avoid the blindness of battlefield command for military officials, it was necessary to pre-estimate the average ammunition consumption according to operational mission. Aiming at the characteristic of ship-borne shrapnel, simplified approach to firing error was analyzed. Based on basic principle of uniform distribution method, the evaluation formula of damage probability was put forward. By inverse operation of damage probability, the computational model on average ammunition was put forward. The results show that the computational model holds the advantages of simple formula and fast calculation, and it provides scientific evidence to establish decision-making during firing on shore.

Key words: average ammunition consumption; uniform distribution method; ship-borne shrapnel

0 引言

舰载火箭子母弹一发母弹携带的子弹少则几个，多则达数百个，在目标上空开仓以后，呈大面积均匀散布，适合于毁伤岸上集群装甲目标和暴露有生力量，是登陆作战中有效的火力压制兵器。

当舰载火箭子母弹对岸上集群目标射击时，必须对完成作战任务所需的平均弹药消耗量进行预先估计。如果确定的弹药消耗量过少，不能对岸上集群目标实施有效的火力压制，影响登陆部队抢滩登陆进程；弹药消耗量过多，则严重浪费战场资源，影响射击舰的持续支援能力。因此，笔者建立舰载火箭子母弹平均弹药消耗量计算模型，以避免射击指挥员战场指挥的盲目性。

1 射击误差

舰载火箭子母弹海上射击时，由于舰艇运动的影响和射击指挥方式的不同，射击误差与火箭弹陆上发射有很大的不同。对舰载火箭子母弹射击误差进行分组和转换以后，可以计算得到射击误差的重复概率误差 E_d、E_f 和非重复概率误差 B_d、B_f 的数值[1]。

舰载火箭子母弹一般承担对岸上集群目标射击的任务，此时为了求取射击效力的方便，经常需要将集群目标射击简化为对“单个目标”射击[2]。也就是把计算对集群目标的毁伤概率，简化为计算对集群目标幅员中任意一个单个目标的毁伤概率，射击误差计算公式为：

$$\begin{cases} E'_d = \sqrt{E_d^2 + 0.152\,L_d^2} \\ E'_f = \sqrt{E_f^2 + 0.152\,L_f^2} \end{cases} \tag{1}$$

其中：E'_d 为代重复误差的距离概率误差；E'_f 为代重复误差的方向概率误差；L_d 为目标幅员纵深的一半；L_f 为目标幅员正面的一半。

2 均匀分布法

均匀分布法是使用最普遍的一种近似计算舰载火箭子母弹射击效力的方法，其基本原理是假设舰载火箭子母弹全部炸点都落在某一矩形幅员（射

收稿日期：2011-09-16；**修回日期：**2011-10-28
作者简介：胡江（1979—），男，湖南人，博士，讲师，从事舰炮作战使用研究。

击幅员)内，并且呈均匀分布[3]。

2.1　射击幅员

设舰载火箭炮射击幅员的正面为 $2L_x$、纵深为 $2L_z$，则 L_x 和 L_z 的计算公式为：

$$\begin{cases} L_x = \sqrt{6.594\,B_d^2 + 0.25\,h^2(t^2-1)} \\ L_z = \sqrt{6.594\,B_f^2 + 0.25\,I^2(n^2-1)} \end{cases} \tag{2}$$

式中：h 为距离差；I 为射向间隔；t 为距离表尺数；n 为方向表尺数。

2.2　母弹毁伤幅员

在计算舰载火箭子母弹射击效力时，可把 1 发母弹抛散出来的 m 发子弹当成 1 发“榴弹”来处理，即根据单发母弹所携带的子弹数以及每枚子弹的毁伤幅员，计算出 1 发相当“榴弹”的毁伤幅员[4-5]。

设单发母弹抛散出的 m 发子弹在一长半轴为 a、短半轴为 b 的椭圆内呈均匀分布，则单发母弹的毁伤幅员为：

$$S_m = \pi ab \cdot \theta_f \tag{3}$$

其中 $\theta_f = 1-\left(1-\dfrac{s}{\omega\pi ab}\right)^m$，$s$ 为单发子弹毁伤幅员，ω 表示毁伤目标所需的平均命中子弹数。

当单发母弹抛散出的子弹在圆内呈均匀分布，即 $a=b=R$ 时，有：

$$\theta_f = 1-\left(1-\frac{s}{\omega\pi R^2}\right)^m \tag{4}$$

2.3　毁伤概率

通常舰载火箭炮对岸射击选择的瞄准点与目标中心重合，此时射击幅员覆盖目标的概率 $P(A)$ 为：

$$P(A) = \int_{-L_x}^{L_x}\int_{-L_z}^{L_z} \varphi(x,z)\,\mathrm{d}_x\mathrm{d}_z = \hat{\Phi}\left(\frac{L_x}{E'_d}\right)\hat{\Phi}\left(\frac{L_z}{E'_f}\right) \tag{5}$$

式中：$\varphi(x,z)=\dfrac{\rho^2}{\pi E'_d E'_f}\exp\left\{-\rho^2\left[\dfrac{x^2}{E'^2_d}+\dfrac{z^2}{E'^2_f}\right]\right\}$；$\hat{\Phi}(x) = \dfrac{\rho}{\sqrt{\pi}}\int_{-x}^{x} e^{-\rho^2 t^2}\,\mathrm{d}t$ 为简化的拉普拉斯函数；$\rho = 0.476\,936\,276\,2$。

在射击幅员覆盖目标的条件下发射单发舰载火箭子母弹毁伤目标的条件概率 $P'(B\mid A)$ 为：

$$P'(B\mid A) = \frac{S_m}{4L_xL_z} \tag{6}$$

发射 N 发舰载火箭子母弹毁伤目标的条件概率 $P(B\mid A)$ 为：

$$P(B\mid A) = 1-\left(1-\frac{S_m}{4L_xL_z}\right)^N \tag{7}$$

由此可得发射 N 发舰载火箭子母弹对集群目标的毁伤概率 R_N 为：

$$R_N = P(A)P(B\mid A) = \hat{\Phi}\left(\frac{L_x}{E'_d}\right)\hat{\Phi}\left(\frac{L_z}{E'_f}\right)\left[1-\left(1-\frac{S_m}{4L_xL_z}\right)^N\right] \tag{8}$$

3　平均弹药消耗量计算

计算舰载火箭子母弹平均弹药消耗量时，首先要根据承担的对岸压制射击、歼灭射击等作战任务，确定要求达到的毁伤程度 R_N，再计算该毁伤程度相应的弹药消耗量 N，其实质是毁伤程度的逆运算[6]。

首先将毁伤概率计算公式 (8) 变形为：

$$1-\frac{R_N}{\hat{\Phi}\left(\frac{L_x}{E'_d}\right)\hat{\Phi}\left(\frac{L_z}{E'_f}\right)} = \left(1-\frac{S_m}{4L_xL_z}\right)^N \tag{9}$$

由于舰载火箭子母弹射击时 $S_m < 4L_xL_z$，即 $1-\dfrac{S_m}{4L_xL_z} > 0$，因此可以将式 (9) 两边取自然对数，得到平均弹药消耗量 $\boldsymbol{N}$ 的计算公式为：

$$N = \ln\left(1-\frac{R_N}{\hat{\Phi}\left(\frac{L_x}{E'_d}\right)\hat{\Phi}\left(\frac{L_z}{E'_f}\right)}\right) \Big/ \ln\left(1-\frac{S_m}{4L_xL_z}\right) \tag{10}$$

通过毁伤概率 R_N 反求弹药消耗量 N，能保证对岸射击的平均效果达到预定的毁伤程度，因而是平均弹药消耗量。

（下转第 41 页）