

半预制破片战斗部破片威力分析

杨琪 郇光周 王梦楠

(陕西电器研究所, 西安 710000)



摘要: 某小型导弹战斗部既要求对远距离的人员进行杀伤, 又要求对近距离的轻型装甲具有穿透能力, 两个方面的要求对战斗部破片的设计是相互制约的。本文以该小型导弹为依据, 建立了数学模型, 并从理论上分析了预制破片战斗部装药质量、破片数量以及单个破片质量对战斗部威力的影响。研究表明装药质量的变化对破片速度的影响非常大, 破片数量或者单个破片的质量的变化对破片速度的影响比较有限, 并且破片数量较少时, 破片数量的变化对单个破片能量的影响非常大。

关键词: 装药质量; 破片数量; 破片质量; 战斗部威力

Analysis of Fragment Power of Semi-prepared Fragment Warhead

Yang Qi Huan Guangzhou Wang Mengnan

(Shanxi Electrical Equipment Institute, Xi'an 710000)

Abstract: A small missile warhead requires both the killing of long-distance person and the ability to penetrate light armor at close range. The requirements of the two aspects are mutually restricting the design of warhead fragmentation. Based on the small missile, this paper establishes a mathematical model, and theoretically analyzes the impact of the charge mass, the number of fragments, and the mass of single fragment on warhead power. The results show that the change of charge mass has a great influence on the fragment velocity, and the effect of the number of fragments or the mass of single fragment on the fragment velocity is relatively limited, and when the number of fragments is small, the number of fragments affects the energy of single fragment seriously.

Key words: charge mass; number of fragments; fragment mass; warhead power

1 引言

破片对有生目标如人员、飞机和车辆等的杀伤破坏作用是杀伤战斗部的主要战技指标, 通过合理设计杀伤战斗部的破片特性以达到对有生目标的最大杀伤效果, 是杀伤战斗部设计的目标。当前杀伤爆破战斗部的设计仍然是以分析与综合经验数据作为设计中的借鉴与依据[1]。文献[2]和文献[3]以某小口径预制破片榴弹为依据, 假定预制破片的数量和单个破片的质量为定值, 主要分析了破片初速、单个破片大小、破片形状对杀伤面积的影响规律。文献[4]对某口径榴弹分析了破片尺寸、破片飞行距离对破片威力的影响。文

献[5]建立了球形破片对避弹衣和人体侵彻的数学模型, 并分析了球形破片对避弹衣以及人体不同部位的侵彻能力。

本文以某小型导弹为依据, 建立了数学模型, 并从理论上分析了预制破片战斗部装药质量、破片数量以及单个破片质量对战斗部威力的影响, 理论分析的结果对工程设计具有指导价值。

2 数学模型

2.1 概述

某小型导弹战斗部为半预制杀伤爆破战斗部, 战

斗部形状为圆柱体，战斗部的总质量为 M ，预制破片为菱形，破片数量为 N ，单个破片质量为 m ，装药质量为 $C=M-N \times m$ 。

2.2 破片速度

破片初速采用修正的 Gurney 公式：

$$V_0 = \xi \sqrt{2E} \sqrt{\frac{C/M_1}{1+C/2M_1}}$$

其中： ξ 为修正因数， $\sqrt{2E}$ 称为 Gurney 常数，破片的总质量 $M_1=N \times m$ 。

破片获得初速度并脱离爆轰产物气体的作用之后，在空气中飞行时空气阻力造成破片速度的衰减。

本文所研究战斗部的预制破片为菱形，破片速度衰减

系数 $\alpha = \frac{C_D \rho S}{2m_f}$ ，破片速度 $V = V_0 e^{-\alpha r}$ [6]。

3 参数讨论

依据某小型导弹的设计参数，对战斗部的威力参数进行了分析讨论。该战斗部的总质量 M 为定值。

3.1 装药质量对破片威力的影响

图 1 和图 2 给出了装药质量分别为 1.0kg、1.5kg、2.0kg 时破片速度和单个破片能量的空间分布。可以看到装药质量对破片初速和单个破片能量的影响非常大，但对于破片速度空间分布的影响不大，并且随着装药质量的增加，破片速度是增加的。当装药质量从 1.0kg 增长到 2.0kg 时，破片初速从 1334m/s 增长到了 2038m/s，单个破片能量的初值从 2.67kJ 增长到了 6.23kJ，随着距离的增大，破片的速度和单个破片的能量都是降低的。由此可见在杀伤战斗部设计的过程中，装药质量是一个非常重要的设计参数，在取值时需要慎重考虑。

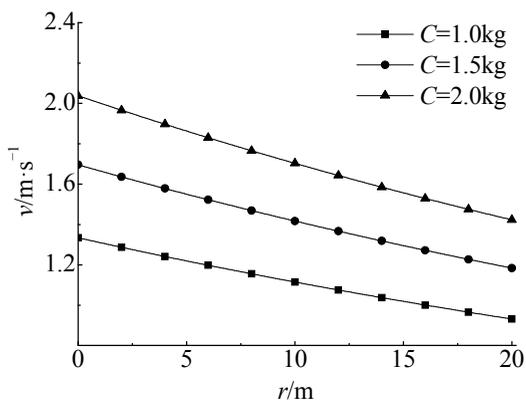


图 1 装药质量对破片速度的影响

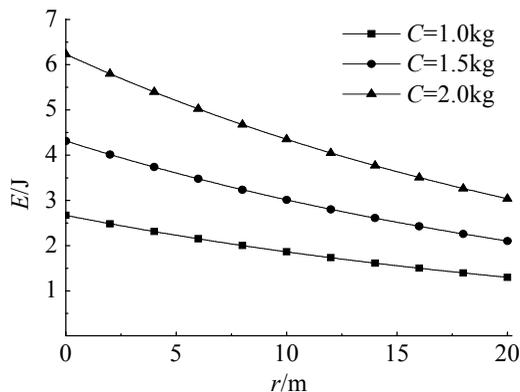


图 2 装药质量对单个破片能量的影响

3.2 破片数量对破片速度的影响

图 3 和图 4 是破片数量分别为 100、500、1000 时破片速度和单个破片能量的空间分布。可以看到破片数量的变化对破片初速没有影响，随着破片数量的增加，破片速度在空间中的衰减速度会加快；破片数量的增加导致单个破片的能量降低，同时破片数量对单个破片能量的影响程度随着破片数量的增加会减弱。随着破片数量的增加，单个破片的质量和速度都会降低，使得能量降低。随着破片数量的增多，破片数量变化对单个破片质量的影响程度会减弱，对破片速度的空间分布的影响程度会增强，图 4 中的单个破片能量衰减的速度会随着破片数量的增多而下降，也说明破片数量的变化对破片质量的影响程度更大，对破片速度的影响程度是有限的。随着观测点距爆心距离的增大，破片数量的变化对破片速度的影响逐渐增大，并且在距爆心 20m 处，破片数量为 100 时破片速度为 1215m/s，单个破片能量为 21.10kJ；破片数量为 1000 时破片速度为 999m/s，单个破片能量为 1.43kJ，也可以看到破片数量的变化对破片速度的影响是有限的。

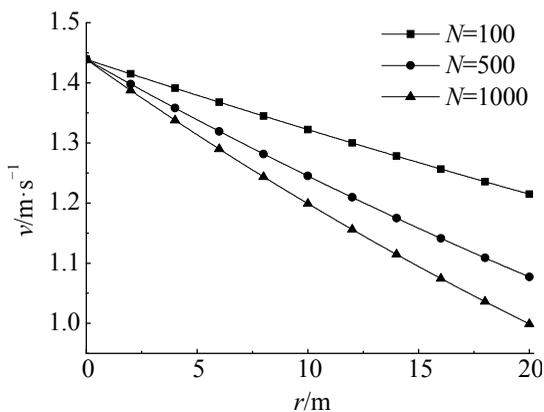


图 3 破片数量对破片速度的影响

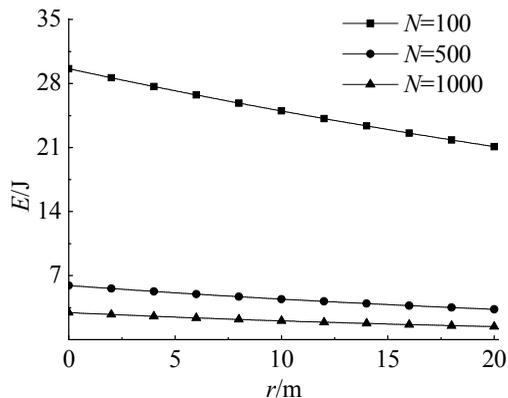


图4 破片数量对单个破片能量的影响

3.3 单个破片质量对破片速度的影响

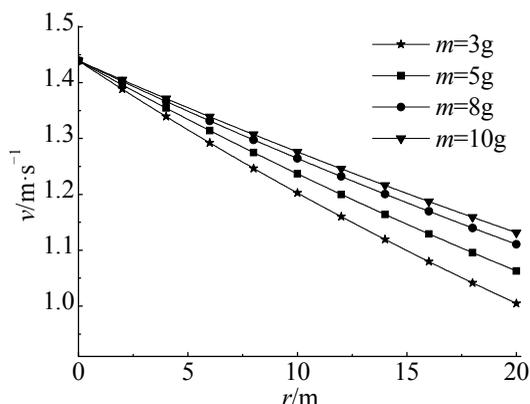


图5 单个破片质量对破片速度的影响

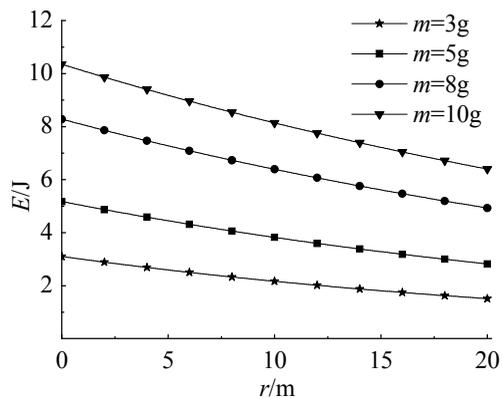


图6 破片质量对单个破片能量的影响

图5和图6给出了单个破片质量分别为3g、5g、8g、10g时,破片速度和单个破片能量的空间分布。可

以看到单个破片质量对破片速度的初速没有影响,破片速度随距离的衰减近似为线性的,随着单个破片质量的增加,破片速度衰减的速度会加快;随着单个破片质量的增加,破片的能量是增加的,但是对破片能量的空间分布影响很小。随着观测点距爆心距离的增大,破片数量的变化对破片速度的影响逐渐增大,并且在距爆心20m处,单个破片质量从3g增加到10g,破片速度降低了120m/s,单个破片的能量从1.51kJ增加到6.40kJ,可见单个破片质量的变化对破片速度的影响是有限的。

4 结束语

对于该小型导弹所使用的半预制杀伤爆破战斗部,装药质量对于破片速度的影响非常大,装药质量的增加使得破片初速增加,而破片数量以及单个破片质量的变化对破片初速没有影响。装药质量对破片速度的空间分布影响很小,破片数量的增加或者单个破片质量的降低都会使得破片速度在空间上的衰减加快。装药质量的变化对破片速度的影响非常大,破片数量或者单个破片的质量的变化对破片速度的影响比较有限。装药质量和单个破片的质量与破片能量都是近似线性相关的,破片数量较少时,破片数量的变化对单个破片能量的影响非常大,在设计上需要做出慎重考虑。

参考文献

- 1 魏惠之,朱鹤松,汪东晖,等. 弹丸设计理论[M]. 北京:国防工业出版社,1985
- 2 金丽,赵捍东,曹红松,等. 预制破片对地面人员目标的杀伤威力分析[J]. 弹箭与制导学报,2006(4):157~159
- 3 赵捍东,金丽,翟玉兰,等. 预制破片杀伤威力影响因素分析[J]. 弹箭与制导学报,2007(1):150~151
- 4 孙艳馥,袁志华. 预制破片对空中目标杀伤威力分析[J]. 科技咨询导报,2007(13):87
- 5 赵振荣,裴思行. 球形破片对人员的杀伤威力研究[J]. 兵工学报,1994(4):15~19
- 6 隋树元,王树山. 终点效应学[M]. 国防工业出版社,2000