

doi: 10.7690/bgzd.2020.05.021

气象弹药自毁破片的设计原则

马 含¹, 宋 峻², 杨 莹³

(1. 北京理工大学爆炸科学与技术国家重点实验室, 北京 100081;

2. 中国船舶重工集团公司第七二六研究所, 上海 201108;

3. 江苏永丰机械有限责任公司, 南京 210014)

摘要: 为避免气象武器形成的自毁破片对地面人员造成二级以上的伤害, 对破片的飞行规律进行理论分析, 对最终的能量进行计算, 从而对该类破片的设计进行理论探索, 并给出气象武器自毁破片设计应遵循的基本原则。该研究可为气象弹药的设计提供参考。

关键词: 气象武器; 自毁破片; 设计

中图分类号: TJ410.1 **文献标志码:** A

Design Principle of Meteorological Ammunition Self-destruction Fragment

Ma Han¹, Song Jun², Yang Ying³

(1. State Key Laboratory of Explosion Science & Technology, Beijing Institute of Technology, Beijing 100081, China;

2. No. 726 Institute, China Shipbuilding Industry Corporation, Shanghai 201108, China;

3. Jiangsu Yongfeng Machinery Co., Ltd., Nanjing 210014, China)

Abstract: For avoiding the second level injury caused by self-destruction fragment of meteorological ammunition to the ground crew, theoretical analysis on the flight law of fragments is performed, and the ultimate energy is calculated. The design of this kind of fragment is theoretically explored, and the basic principle for designing meteorological weapon self-destruction fragment is concluded. This research can provide a reference for the design of meteorological ammunition.

Keywords: meteorological weapon; self-destruction fragment; design

0 引言

随着人类对气象预报减灾减害研究的不断深入, 以及军转民的不断发 展, 用于防止冰雹、增雨降霜、消除干旱等目的的各种气象弹药不断出现。这类弹药爆炸后, 壳体在内部炸药爆炸的作用下发生破裂并产生大量飞行的破片, 很可能对地面人员产生危害甚至有较大的杀伤作用; 因此, 笔者对这类破片的设计进行理论和实践上的初步研究, 在减少自然灾害的同时, 避免对地面人员造成不必要的伤害, 为气象弹药的设计提供参考。

1 自毁破片运动规律的基本分析

1.1 破片飞行(落下)的距离

气象弹药在自毁瞬间所产生的破片在空气中飞行, 所受空气阻力随着飞行时间的不断增加, 使破片速度以及相应的能量得到有效减少。一般来说, 在飞行 500 m 后, 自毁破片的飞行速度以及相应的能量趋向于一个定值。事实上, 现有的气象弹药飞行高度大多在 3 km 以上, 因此, 可认为自毁破片

落到地面的距离大于 1 km。

1.2 破片密度对破片运动的影响

一般来说, 气象弹药大多采用火箭发射, 发射过载均较低, 其壳体的强度要求不高; 因此, 大多气象弹药均采用塑料、尼龙、玻璃钢作为壳体的材料。这类材料的密度相差不大, 可假设自毁破片的密度为常量。

1.3 自毁破片的形状

目前, 气象弹药自毁破片未进行预制, 自毁破片的形状很不规则; 因此, 笔者均假设破片是无规则的。

2 自毁破片的飞行规律和杀伤的理论计算

2.1 飞行规律

自毁破片在空中形成并自由落下, 速度不断衰减, 当落到一定高度时, 速度不再降低也不再增加, 形成一个相对稳定的速度。破片在空气中飞行所受到的阻力系数, 可用下式^[1]表示:

收稿日期: 2020-03-10; 修回日期: 2020-04-13

作者简介: 马 含(1988—), 男, 江苏人, 博士, 从事弹药设计、毁伤评估与抗爆设计研究。E-mail: 1075826286@qq.com。

$$K = \frac{1}{2} C_x \psi \rho m^{\frac{2}{3}} \quad (1)$$

式中： C_x 为迎面阻力系数， $C_x=1.5^{[1]}$ ； ψ 为当地空气密度，取6 km高空， $\psi=0.66 \text{ kg/m}^{3[2-3]}$ ； ρ 为破片形状， $\rho=5 \times 10^{-3}$ ； m 为破片质量。

破片飞行过程中所受到的阻力与速度的平方成正比^[4]，即

$$f = K v^2 \quad (2)$$

式中： f 为空气阻力； v 为破片的速度。

破片在空中受到的力：

$$F = mg - K v^2 \quad (3)$$

当破片下降到一定的高度时， $F=0$ ，即重力与阻力相等，这时

$$v^2 = \frac{mg}{K} \quad (4)$$

这时破片的动能：

$$E = \frac{1}{2} m v^2 \quad (5)$$

由式(4)和式(5)可得：

$$E = \frac{1}{2} m^2 \frac{g}{K} \quad (6)$$

2.2 杀伤规律

当破片的动能为78~98 J时，破片才能对人体造成杀伤^[2]。对于气象武器，自毁破片允许破片的最大质量由式(1)、式(4)、式(6)得到：

$$m = \left(\frac{E C_x \rho \psi}{g} \right)^{\frac{3}{4}} \quad (7)$$

当 $E=78$ 时，代入相关数据后得到：

$$m_{\max} = 0.088 \text{ kg} = 88 \text{ g}$$

也就是说，当破片质量小于88 g时，自毁破片落到地面才不会对人有杀伤作用。

3 杀伤破片的设计

通过以上理论分析可以认为，对气象武器自毁破片的设计应遵循2个基本原则：

1) 破片材料的选用尽可能采用密度较低、破碎性较好的材料，其密度以不超过玻璃钢的密度为宜。

2) 形成破片的形状最好采用不规则的^[5]。为了使形成的破片既不规则，又不出现单个质量大于88 g的情况，最好在加工时对破片进行预制，建议采用如图1所示的形状破片为宜。

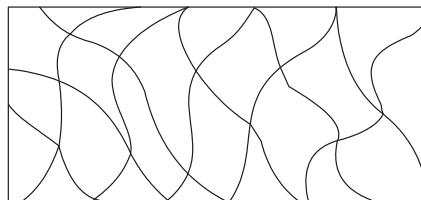


图1 不规则预制破片展开

4 结束语

笔者结合自毁破片运动规律进行分析与计算，得出结论如下：

- 1) 通过计算得到的破片最大质量为88 g；
- 2) 设计采用的破片材料的密度最好小于 1.2 g/cm^3 ；
- 3) 为确保每个破片的质量不大于88 g，最好采用不规则的预制破片；
- 4) 上述计算过程中，空气密度选取 0.66 kg/m^3 ；当接近地面时，我国大多数地区的空气密度均大于该空气密度，证明笔者计算得到的数据是安全可靠的。

参考文献：

- [1] 北京工业学院八系. 爆炸及其作用：下册[M]. 北京：国防工业出版社，1979：43-48.
- [2] 王树山. 终点效应学[M]. 北京：科学出版社，2019：191-194.
- [3] 昝博勋，薛百文，黄通，等. 某小口径旋转弹丸气动特性[J]. 兵工自动化，2019，38(6)：39-42.
- [4] 王永虎，石秀华. 入水冲击问题研究的现状与进展[M]. 爆炸与冲击，2008，28(5)：276-282.
- [5] 黄永安，席静，肖勇，等. 基于常规弹药生产设计安全技术[J]. 兵工自动化，2019，38(8)：49-54.