

doi: 10.7690/bgzd.2018.01.020

复合装药威力性能试验分析

黄开书, 彭泓铮, 万力伦, 杨丰友

(重庆红宇精密工业有限责任公司, 重庆 402760)

摘要: 为研究复合装药威力性能, 设计由高爆速理想炸药和含铝炸药组成的内外复合装药结构。在分析复合装药作用原理的基础上, 采用压力传感器法研究不同装药结构的冲击波超压性能, 利用靶网测速法研究不同装药结构对破片初速的影响。试验结果表明: 相对于单一含铝炸药, 外层高爆速炸药、内层由含铝炸药组成的复合装药结构可显著提高冲击波超压值和破片初速。

关键词: 炸药; 复合装药; 冲击波超压; 破片初速

中图分类号: TJ510.3⁺6 **文献标志码:** A

Test Analysis on Power Performance of Composite Explosive Charge

Huang Kaishu, Peng Hongzheng, Wan Lilun, Yang Fengyou

(Chongqing Hongyu Precision Industry Co., Ltd., Chongqing 402760, China)

Abstract: In order to study on the performance of composite explosive charge, composite explosive charge is designed through high detonation velocity explosive and aluminized explosive. The shock wave overpressure of the different charging structures is studied by adopting pressure sensor. The fragment velocity of the different charging structure is studied by target mesh velocity measurement method. Compared with single aluminized explosive performance, the test results show that the composite explosive charging structure, which outer layer is high explosive and inner layer is aluminized explosive, can obviously increase shock wave overpressure and fragment initial velocity

Keywords: explosive; composite explosive charge; shock wave overpressure; fragment initial velocity

0 引言

与研制新型单质炸药、混合炸药相比, 利用现有炸药进行合理的结构设计使提高武器的安全性和性能要求更容易实现, 且具有较高的实用性、灵活性。

国外对复合装药的研究较多, 如美国对由B2249(外)/WFQ(内)组成的复合装药结构进行了深入研究, 该复合装药不仅具有优良的低易损性能, 而且威力得到显著提高; Arthur.Spencer 等对复合装药的破片速度等爆轰性能进行了研究^[1]。我国在复合装药方面也开展了一些研究, 胡双启、牛余雷等^[2-3]对复合装药结构的感度及能量特性进行了研究; 肖绍清等^[4-5]提出利用复合装药实现减少爆破地震、提高光面爆破效果。但总体来说, 国内有关复合装药的研究尚处于探索阶段, 文献资料较少。

笔者在分析复合装药作用原理的基础上, 设计不同复合装药结构, 采用压力传感器法和靶网测试法对不同装药结构的冲击波超压和破片初速进行了试验研究。

1 试验

1.1 试验方案设计

利用炸药不同爆轰性能的协同效应, 即高爆速

炸药在起爆后首先作用, 为含铝炸药提供一个高温反应环境, 使铝粉能够充分发生反应, 提高铝粉反应效率, 并能持续加载冲击波超压和破片初速, 提高整体的爆轰威力。基于上述原理, 用高爆速炸药和含铝高威力炸药, 采用内外层装药结构进行方案设计, 内层炸药和外层炸药的体积比为 1:1.8; 药柱总体积($\phi 194 \text{ mm} \times 200 \text{ mm}$), 设计了 3 种装药结构, 具体的试验方案见表 1 和图 1。

表 1 试验药柱状态参数

方案	内层装药	外层装药	药柱总质量/kg
1	含铝炸药	高爆速炸药	10
2	高爆速炸药	含铝炸药	10
3	含铝炸药		10

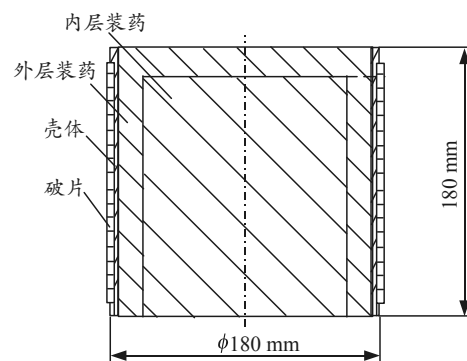


图 1 复合装药结构

收稿日期: 2017-10-22; 修回日期: 2017-11-19

作者简介: 黄开书(1983—), 男, 安徽人, 硕士, 从事含能材料的应用研究。

1.2 试验

1.2.1 冲击波超压测试试验

试验中，测试药柱平均水平放在 1.5 m 高托弹架上，采用一端起爆方式起爆。在距爆心 6、7 和 8 m 位置上布置测压传感器，每个爆心距布置 3 个，共 9 个传感器，现场布置见图 2。



图 2 起爆现场布置

1.2.2 破片初速测试试验

测试时，将试验产品竖直放在 1.5 m 高托弹架上，在距爆心 5、5.5、6、7、8 及 9 m 处布置 6 mm×1 200 mm×4 000 mm Q235A 钢板各一块，在距爆心距离分别为 5、6、7 和 8 m 布置 3 路测速靶网用以测试破片速度，试验现场布置见图 3。

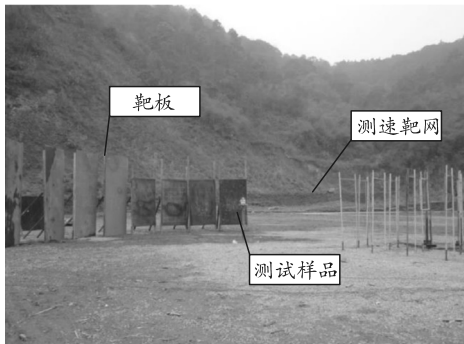


图 3 现场布置

破片初速测试结果见表 2。

表 2 破片速度测试结果 m/s

方案	平均初速	平均值
1	2 056, 2 112, 2 080	2 082.7
2	1 840, 1 877, 1 885	1 867.0
3	1 821, 1 870, 1 835	1 842.0

分析表 2 中的数据可知，3 种装药结构的破片平均初速大小依次为方案 1≥方案 2≥方案 3。又经计算，方案 1 破片的平均速度比方案 2 和方案 3 分别提高了 11.56%和 13.03%。由此可知：外层采用高爆速炸药，内层含铝炸药的复合装药结构可明显提高破片初度；比较方案 2、方案 3，外层采用含铝炸药，内层采用高爆速炸药的复合装药结构对提高

破片速度作用不明显^[6]。

综上所述可知：相对于方案 3 单一含铝炸药，方案 1 复合装药结构可明显提高冲击波超压值和破片初速，而方案 2 复合装药结构对提高冲击波超压和破片初速作用不明显。

2 结果与讨论

取相同爆心距上 3 个传感器测得超压平均值作为测试结果，见表 3；根据测试结果拟合的冲击波超压曲线，见图 4。

表 3 冲击波超压测试结果 m

方案	爆心距		
	6	7	8
1	1.380	1.12	1.020
2	1.080	0.84	0.822
3	1.100	0.83	0.818

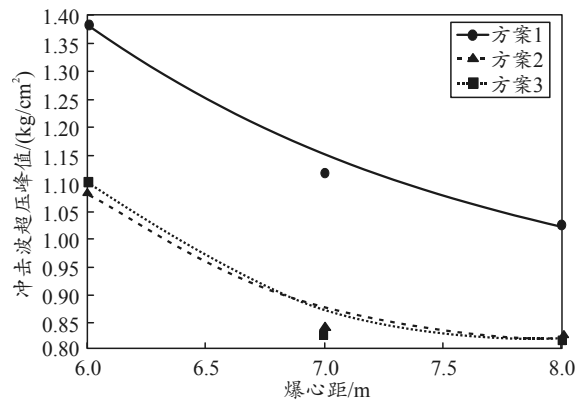


图 4 冲击波超压峰值曲线

结合图 4，对比表 3 中前 3 种方案的超压测试结果可知：方案 1 的冲击波超压峰值在不同位置上均比方案 2 及方案 3 有明显提高，经计算，方案 1 的超压峰值较方案 3 在 6、7 和 8 m 处分别提高了 25.4%、32.3%和 24.7%。比较方案 2 及方案 3 可知，两者在不同测试点上的冲击波超压值相差不大。

3 结论

1) 相对于单一含铝炸药，外层由高爆速炸药、内层由含铝炸药组成的复合装药结构能够有效提高冲击波超压值和破片初速^[7]。

2) 而外层由含铝炸药、内层由高爆速炸药组成的复合装药结构对提高冲击波超压和破片初速作用不明显。

参考文献：

[1] ARTHAR. Spencer, JOHN D. Corley. Blast and fragmentation enhancing explosive. US5996501[P]. 1999.

波能比较困难，爆轰压力过高或过低都不利于冲击波能的提高。

3 结论

通过比较 2 种非 TNT 基熔铸炸药水下爆炸性能，可得出如下结论：

1) 2 种非 TNT 基熔铸炸药的冲击波能及气泡能均显著高于 TNT，R-RDX 炸药的冲击波能为 1.18 MJ/kg，气泡能为 4.00 MJ/kg，R-HMX 炸药的冲击波能为 1.19 MJ/kg，气泡能为 4.01 MJ/kg。

2) 水下爆炸试验结果表明：相对于 R-RDX 炸药，R-HMX 炸药在水下爆炸的主要参数上并无优势，即常规的空气中高威力炸药并非意味着水下爆炸能量高。RDX 比 HMX 更适合作为水下炸药中的主炸药。

(上接第 84 页)

[2] 胡双启, 曹雄, 赵学严. 凹球形传爆药装药结构研究[J]. 华北工学院学报, 2001, 22(4): 301-303.

[3] 牛余雷, 王晓峰, 余然. 双元双层复合装药水中爆炸能量输出特性[J]. 含能材料, 2009, 17(4): 415-419.

[4] 肖绍清, 王文杰, 曹桂祥, 等. 炮孔复合装药结构对混凝土作用的数值模拟[J]. 工程爆破, 2003, 9(3): 19-24.

参考文献:

[1] 舒远杰, 霍冀川. 炸药学概论[M]. 北京: 化学工业出版社, 2011: 63-175.

[2] 欧育湘. 炸药学[M]. 北京: 北京理工大学出版社, 2006: 202-218.

[3] 周霖, 徐少辉, 徐更光. 炸药水下爆炸能量输出特性研究[J]. 兵工学报, 2006, 27(2): 235-238.

[4] 饶国宁, 陈网华, 胡毅亭, 等. 不同炸药水下能量输出特性的实验研究[J]. 爆破器材, 2007, 36(1): 9-11.

[5] 濮赞泉, 李文彬, 郑宇. 柱形破片冲击带壳装药起爆判据研究[J]. 兵工自动化, 2016, 35(2): 62-65.

[6] 李澎. 非理想炸药水下爆炸能量输出结构研究[D]. 北京: 北京理工大学, 2006: 3-7.

[7] 周俊祥, 于国辉, 李澎, 等. RDX/Al 含铝炸药水下爆炸实验研究[J]. 爆破, 2005, 22(2): 4-6.

[8] 牟金磊, 朱锡, 李海涛, 等. 炸药水下爆炸能量输出特性试验研究[J]. 高压物理学报, 2010, 24(2): 88-92.

[5] 肖绍清, 王文杰, 曹桂祥, 等. 炮孔复合装药结构对混凝土作用的数值模拟[J]. 工程爆破, 2003, 9(3): 19-24.

[6] 曹涛, 顾文彬, 刘建青, 等. 曲率半径对环形聚能装药侵彻深度的影响[J]. 兵器装备工程学报, 2017(2): 61-64.

[7] 罗同杰, 张保良. 仿形钻削与干冰喷射复合倒空弹丸装药自动生产线[J]. 兵工自动化, 2016, 35(2): 90-92.