

文章编号: 1006-9941(2010)06-0699-03

PMX-1 炸药易损性试验研究

高立龙, 王晓峰, 南海, 余然, 席鹏, 冯晓军

(西安近代化学研究所, 陕西 西安 710065)

摘要: 参照美国的 MIL-STD-2015C“非核弹药的危险性评估试验”, 研究了 12.7 mm 子弹射击、快速烤燃、慢速烤燃试验条件下, 一种以 RDX 为基的热塑性 PBX 炸药 (PMX-1) 的易损性响应特性。试验结果表明, 在上述三项试验中, PMX-1 炸药均发生燃烧反应, 通过了易损性试验, 是一种高安全性的不敏感炸药。

关键词: 应用化学; PMX-1 炸药; 热刺激; 子弹撞击; 易损

中图分类号: TJ55; O69

文献标识码: A

DOI: 10.3969/j.issn.1006-9941.2010.06.020

1 引言

随着现代战争的快速变化与战场环境的日益恶化, 对武器弹药的安全性要求越来越高, 低易损炸药已成为弹药研究发展的重要方向^[1-2]。近年来, 西方国家在炸药易损性评估方面, 做了大量的工作^[3-6], 已建立了一套较为完整的体系, 国内也开展了相应的研究工作^[2,7], 但尚未建立炸药易损性评估的标准方法。

本研究参照 MIL-STD-2105C“非核弹药的危险性评估试验”^[8], 结合国内现有试验条件, 对一种以 RDX 为基的热塑性 PBX 炸药 (PMX-1 炸药, 国内研制的一种新型抗高过载炸药), 进行了枪击、快速烤燃、慢速烤燃试验。

2 试验

2.1 试验样品

模拟弹体内径 120 mm、高 300 mm、壁厚 3 mm, 装填约 5.5 kg PMX-1 炸药, 弹体两端用端盖封堵, 端盖与弹体通过螺纹连接, 如图 1 所示, 弹体及端盖材料均为 45# 钢。

2.2 试验条件

2.2.1 12.7 mm 枪击试验

子弹为 12.7 mm 穿甲燃烧弹, 射击距离约 25 m, 击中试样的速度为 (850 ± 20) m/s; 子弹沿试样径向

射入和沿轴向射入各试验一发, 子弹发射装置及试样放置状态如图 2 和图 3 所示。

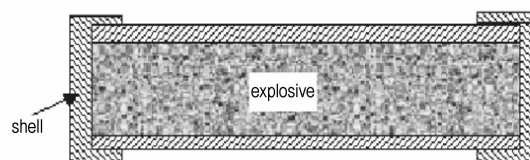


图 1 试验样品示意图

Fig. 1 Diagram of sample



图 2 12.7 mm 子弹撞击试验装置

Fig. 2 12.7 mm bullet impact test set-up

2.2.2 快速烤燃试验

将模拟弹体固定在燃料槽上方一定高度, 在试样轴线所在水平面上, 在试样的四个方向各安放一支热电偶, 测试火焰温度; 燃料槽周边放置 4 片见证板, 整体布局如图 4 所示。距燃料槽一定距离处布放压力传感器, 用以检测烤燃导致炸药反应后的响应压力。远程控制燃料点燃 30 s 后, 测量用的四个热电偶中的任意两个的测量值应达到 550 °C。记录试样发生反应

收稿日期: 2010-07-02; 修回日期: 2010-08-29

基金项目: 国防科技工业基础产品创新计划火炸药专项

作者简介: 高立龙(1964-), 男, 高级工程师, 主要从事混合炸药的配方及工艺研究。

的温度和时间,同时测量炸药反应后的冲击波压力;观察试样反应后的状况、见证板的状况和压力测量结果,根据反应剧烈程度综合确定反应等级。

2.2.3 慢速烤燃试验

将热电偶固定在烤燃弹体的外壁中间部位,利用其



a. radial



b. axes

图3 试验样品放置状态

Fig.3 Sample status of impact test



图4 快速烤燃试验布局

Fig.4 Test status of fast cook-off

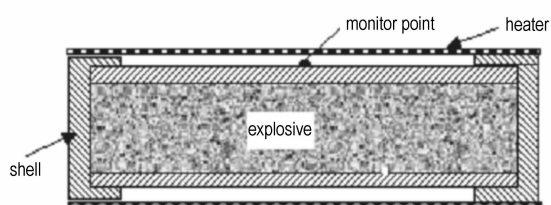


图5 慢速烤燃弹体示意图

Fig.5 Diagram of slow cook-off sample



图6 慢速烤燃试验布局

Fig.6 Test status of slow cook-off

3 试验结果及分析

3.1 12.7 mm 枪击试验

图7为PMX-1炸药试验后的试样状况。由图7可见,子弹从径向射入试样后,沿径向穿透壳体,试样内大部分炸药发生了燃烧,壳体内残留了少量炸药;子弹从轴向射入试样后,壳体内大部分炸药发生了燃烧,还有部分残余炸药,试样两端的端盖已经被燃气顶开飞散,壳体侧壁完好,没有发生破裂或成为破片,可排

控制慢速烤燃升温速率和测量烤燃反应温度。试验从环境温度开始,以 $1\text{ }^{\circ}\text{C}\cdot\text{min}^{-1}$ 的恒定加热速率升温,直到装药发生反应为止,记录反应时的加热温度和壳体的变形情况,以此判断被测炸药的烤燃响应结果。慢速烤燃试样装配及试验布局如图5和图6所示。

除炸药发生了爆炸、爆轰的可能性,说明PMX-1炸药装药最多只是发生了局部燃烧现象。由于试验中采用的子弹为燃烧弹,不排除由于子弹的纵火效应引起炸药发生燃烧的可能性。

3.2 快速烤燃试验

图8为PMX-1炸药快速烤燃试验后的试样状态。对试验后现场状态的观察可知,试样弹体仍保留在固定环上;弹体两端端盖均已被冲开,在一侧见证板上有一孔洞,在另一侧见证板下方发现一端端盖;炸药在壳体内完全燃烧,残渣在壳体内形成柱状;测压系统未采集到压力信号,两发平行试验的结果一致。

根据炸药快速烤燃试验响应等级判定方法,结合试验中弹体装药反应后的状态、见证板损坏情况以及压力信号的结果综合分析,表明PMX-1炸药快速烤燃的响应程度为燃烧反应。

3.3 慢速烤燃试验

图9为PMX-1炸药慢速烤燃试验后的试样状态。试验后,烤燃弹的两端盖冲开,其中一端盖撕裂,现场有少量残渣;测温系统记录的发生反应的温度为 $225\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。试验结果表明,PMX-1炸药慢速烤燃的响应程度为燃烧反应。

综合上述试验结果,炸药在意外刺激条件下的响应特性与其所处的物理结构状态有很大关系。在上述三个试验中,当刺激条件及炸药在设计尺寸及形状、材料及端盖的限制程度一定时,炸药的响应特性均为燃烧,参照美军标规定,通过慢速烤燃试验的判据是"不发生比燃烧更剧烈的反应",所以,推论PMX-1炸药通过了该试验。



图 7 12.7 mm 子弹撞击试验结果

Fig.7 Response status of bullet impact test



图 8 快速烤燃试验后的试样状态

Fig.8 Response status of fast cook-off



图 9 慢速烤燃试验后的试样状态

Fig.9 Response status of slow cook-off

4 结 论

在试验规定条件下,PMX-1 炸药装药通过 12.7 mm 子弹撞击、快速烤燃试验和慢速烤燃试验考核标准,表明 PMX-1 炸药是一种具有不敏感特性的高安全性炸药。

参考文献:

- [1] 董海山. 钝感弹药的由来及重要意义[J]. 含能材料, 2006, 14(5): 321-322.
- [2] 王晓峰, 戴蓉兰, 涂健. 传爆药的烤燃试验[J]. 火工品, 2001(2): 3-7.
WANG Xiao-feng, DAI Rong-lan, TU Jian. Cook-off tests of booster explosives. *Initiators & Pyrotechnics*, 2001(2): 3-7.
- [3] Kernen P, Lamy P. The french IM policy: ten years after. insensitive munitions/energetic materials technology symposium. Florida, USA. 2003.
- [4] US. Department of the Navy. US Navy Policy on Insensitive Munitions, OPNAVINST 8010 [S]. 1986 (Succeeds earlier OPNAVINST 8010. 13)
- [5] Patrick Kernen. Way and methods to insensitive munitions: IM recipes version 2 [C] // Insensitive Munitions Technology Symposium. San Diego, 1996. .
- [6] Jean Isler. The Transition to Insensitive Munitions(IM) [J]. *Propellants, Explosives, Pyrotechnics*, 1998(23): 283-291.
- [7] 杨丽侠, 张邹邹, 刘来东. 发射装药热刺激下的易损性响应试验研究[J]. 火炸药学报, 2008, 31(3): 71-74.
YANG Li-xia, ZHANG Zou-Zou, LIU Lai-dong. Experimental study on vulnerability response of propelling change to thermal stimuli[J]. *Chinese Journal of Explosives & Propellants*, 2008, 31(3): 71-74.
- [8] MIL-STD-2015C. Hazard assessment tests for non-nuclear munitions[S]. 2003.

Experimental Study on Vulnerability of the Explosive PMX-1

GAO Li-long, WANG Xiao-feng, NAN Hai, YU Ran, XI Peng, FENG Xiao-jun

(Xi'an Modern Chemistry Research Institute, Xi'an 710065, China)

Abstract: The vulnerability response characteristics of the explosive PMX-1 change in 12.7 mm bullet impact test, fast cook-off test and slow cook-off test by consult the MIL-STD-2015C "Hazard Assessment Tests for Non-nuclear Munitions", and the mechanism of response were studied. Results show that the PMX-1 passes the tests and it's an insensitive explosive.

Key words: applied chemistry; PMX-1 explosive; thermal stimulus; bullet impact; vulnerability response

CLC number: TJ55; O69

Document code: A

DOI: 10.3969/j.issn.1006-9941.2010.06.020