

PBX 药片摩擦感度测试

邓 川, 申春迎, 樊 星, 向 永

(中国工程物理研究院化工材料研究所, 四川 绵阳 621900)

摘 要:参考钝感高能炸药的摩擦感度试验要求,建立了一种摆锤撞击带动砂靶摩擦炸药药片的摩擦感度试验方法,并测试了 PBX-1、PBX-2 及 PBX-3 药片的摩擦感度。结果表明,3 种炸药的摩擦安全性排序与摩擦感度爆炸概率及滑道试验结果一致,该方法可用于评估成型 PBX 的摩擦安全性。

关键词:爆炸力学;摩擦感度;钝感炸药;PBX;IHE

中图分类号:TJ55;O389

文献标志码:A

文章编号:1007-7812(2012)05-0022-03

Test on the Friction Sensitivity of PBX Tablet

DENG Chuan, SHEN Chun-ying, FAN Xing, XIANG Yong

(Institute of Chemical Material, China Academy of Engineering Physic, Mianyang Sichuan 621900, China)

Abstract: Based on the insensitive high explosive(IHE) friction sensitivity test procedure, a new experiment method was built to evaluate the reaction of PBX tablet under friction stimuli. Friction sensitivity of PBX-1, PBX-2 and PBX-3 was tested by this method. The results show that the results of three kinds of PBX determined by using this method agree with ones obtained by the skid test and the friction sensitivity explosion probability test. The friction sensitivity of modified PBX can be effectively assessed by the method.

Key words: explosion mechanics; friction sensitivity; insensitive explosive; PBX; IHE

引 言

目前,对炸药摩擦安全性的表征测试方法主要有 GJB 772A 方法 602.1 摩擦感度爆炸概率法、BAM 摩擦感度等药粉机械感度试验方法,以及较大成型试件的斜撞击与摩擦复合试验:AWE 斜冲击试验^[1]、LLNL-Pantex 滑道试验^[2-3]、GJB 772A 方法 605.1 斜撞击感度滑道试验法等^[4]。对于实际使用的成型炸药件,由于其受摩擦刺激的作用过程与粉状炸药作用过程大不相同,因而,粉状炸药的摩擦感度数据不适宜直接应用于成型炸药件的摩擦安全性能评估^[5]。国内目前仅有中国工程物理研究院化工材料研究所摩擦感度建立的滑道试验能对成型炸药件的摩擦安全性进行评估,尚无其他试验方法。美国建立了药片摩擦感度试验用于钝感炸药鉴定^[6],尚未见到其他药片摩擦感度试验报道。由于滑道试验需要较大的试验药量,且试验周期长,需消耗大量的人力物力和实验经费。因而,建

立一种针对小型炸药试件的摩擦安全性评价试验方法十分必要且具有重要应用价值。

本研究参考美国 IHE 鉴定试验中的药片摩擦感度试验建立了一种小尺寸药片摩擦感度试验方法,作为成型炸药件摩擦安全性的基础试验,应用于 PBX 配方研究及炸药件的摩擦安全性评价。

1 实 验

1.1 试验装置

摩擦感度试验装置示意图如图 1 所示。将炸药试样放在滑板上,通过气缸活塞推动顶杆对其加压,使用摆锤摆落撞击滑板传动装置,使滑板及其上的砂靶以恒定的速度滑动一段距离,对炸药片进行摩擦。炸药试样受到挤压及摩擦等因素的综合作用,机械能迅速转化为热能,在炸药中产生热点,可能导致试样发生分解、燃烧、爆燃、爆炸或爆轰等不同程度的反应。根据空气冲击波超压、试验件残骸综合评价试样的摩擦感度。

收稿日期:2012-06-03; 修回日期:2012-08-23

作者简介:邓川(1985—),硕士研究生,助理工程师,从事含能材料安全性研究。

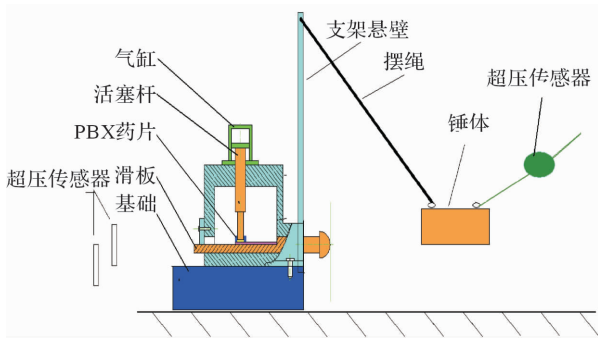


图 1 PBX 药片摩擦感度试验装置示意图

Fig. 1 Friction sensitivity test setup of PBX tablet

1.2 测试仪器

采用日本 NEC 公司生产的 GX-1 型高速摄影仪对药片摩擦过程及药片的反应情形进行观察; 采用四川中科动态科技有限公司生产的 PC14712 型高速数据采集仪对空气冲击波超压进行测试。

1.3 试验方法

将 250~380 μm 石英砂喷涂于钢板上制成摩擦砂靶, 炸药片尺寸为 Φ25 mm×3 mm。固定落锤锤重及落高, 获得约 2.86~3.85 m/s 的摩擦速度。采用气缸对药片进行加载, 事先标定气缸气压相应的加载压力, 控制气缸气压以调节药片加载压力值在 1.57~24 kN, 初始压力值参考美国 IHE 鉴定试验要求并确定为约 22.2 kN, 视反应情形调节加载压力。

1.4 试验样品

PBX-1 的主要成分为约 95% (质量分数) 的 HMX, 摩擦感度 (爆炸概率) 为 15%^[4]。在标准滑道试验 (14° 撞击角) 中, 跌落高度达到 0.27 m 时 PBX-1 就发生反应 (数发试验中有的发生反应, 有的未发生反应), 炸药爆炸^[2]。

PBX-2 的主要成分为约 87% (质量分数) 的 HMX 及质量分数约 7% 的 TATB, 摩擦感度 (爆炸概率) 为 5%^[4]。在标准滑道试验中, 跌落高度达到 3.05 m 时 PBX-2 发生 3 级反应^[7] (产生有火焰和光的轻微的低级反应, 装药破裂和散开)。

PBX-3 的主要成分为约 95% (质量分数) 的 TATB, 摩擦感度 (爆炸概率) 为 0^[7]。在标准滑道试验中, 跌落高度达到 6.1 m 时 PBX-3 仍没有发生反应^[2]。

2 结果与讨论

2.1 摩擦感度试验结果

在 22.2 kN 加载压力条件下对 PBX-1 药片进行摩擦试验, 炸药发生爆炸反应, 降低加载压力重

复了 10 发, 表 1 为 PBX-1 药片摩擦感度试验结果。

表 1 PBX-1 药片摩擦感度试验结果

Table 1 Friction sensitivity results of PBX-1 tablet

f/kN	试验现象	$\Delta p/\text{kPa}$	反应判别
22.20	反应, 砂靶上几乎没有残药	未测	爆炸
12.57	反应, 有少量药粉残留	未测	爆炸
9.42	有轻微分解烧蚀痕迹, 大量药粉残留	未触发	分解
9.42	反应, 少量药粉残留	8.19	爆炸
7.85	反应, 少量药粉残留在摩擦起始处	未触发	爆炸
6.28	炸药反应	7.3	爆炸
4.71	炸药反应	17.5	爆炸
3.14	炸药反应	16.6	爆炸
1.57	药均匀涂在砂靶上, 砂靶尾端有大量药粉残留	未触发	无反应
1.57	药均匀涂在砂靶上, 砂靶尾端有大量药粉残留	未触发	无反应

注: (1) f 为药片加载压力; Δp 为冲击波超压; (2) 超压传感器距离药片摩擦中心点约 0.85 m, 采用内触发, 触发超压 2 kPa。

由表 1 可见, 当加载压力超过 1.57 kN 时 PBX-1 发生反应, 且较为剧烈, 炸药爆炸。

在 0.71 MPa 加载条件下对 PBX-2 及 PBX-3 药片进行摩擦试验, 高速摄影仪未观察到火光, 超压未触发, 试验后回收靶板观察, 靶面变色, 有较淡异味, 无烧焦味道。由此判断 PBX-2 有一定的分解。PBX-2 药片的摩擦高速摄影照片见图 2。在摩擦试验中未观察到 PBX-3 药片有变色现象, 未测到冲击波超压, 判断为未发生反应。

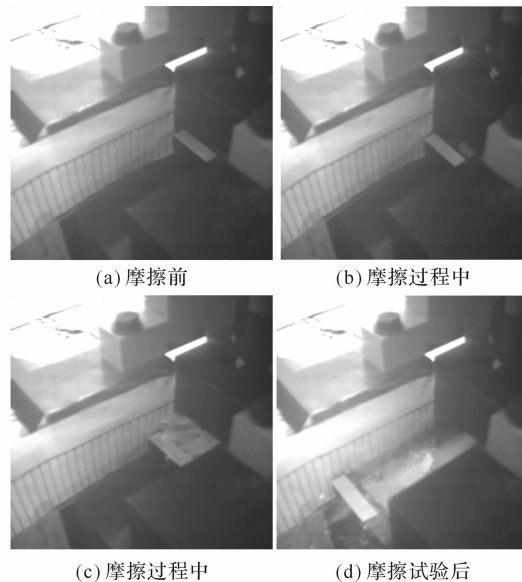


图 2 PBX-2 药片摩擦试验的高速摄影照片

Fig. 3 High-speed photographs of friction test for PBX-2

2.2 3 种炸药摩擦安全性的比较

PBX-1、PBX-2 和 PBX-3 的摩擦感度爆炸概率值、药片摩擦感度及滑道试验典型结果见表 2。3 种 PBX 的药片摩擦感度试验结果与摩擦感度及标准滑道试验结果的安全性排序是一致的,药片摩擦感度试验能有效应用于成型炸药试件的摩擦安全性评估。由试验结果及参考文献相关内容可以得出摩擦安全性自优至差排序:PBX-3>PBX-2>PBX-1。PBX-1 的摩擦感度为 15%,在药片摩擦感度试验和滑道试验中均能在较低载荷下发生剧烈的爆炸反应;PBX-2 的摩擦感度为 5%,在较高载荷下的药片摩擦感度试验中仅发生分解反应,且在较高载荷下的滑道试验中也没有发生剧烈的爆炸;PBX-3 在 3 种炸药中最为钝感,其摩擦感度为 0,在药片摩擦感度试验和滑道试验中均不发生反应。

表 2 3 种炸药摩擦安全性试验结果

Table 2 Experiment results of PBX-1, PBX-2 and PBX-3

炸药	主要成分	摩擦感度	标准滑道试验 (14°撞击角)	摩擦感度
PBX-1	95% HMX	15% ^[4]	1.52 m, 爆炸	3.14 kN, 爆炸
PBX-2	87% HMX、 7% TATB	5% ^[4]	3.05 m, 靶有明显烧痕, 药裂开	22.2 kN, 分解
PBX-3	95% TATB	0 ^[7]	6.1 m, 无反应	22.2 kN, 无反应

从表 2 可以看到, PBX-1 与 PBX-2 的摩擦感度(爆炸概率)相差较小,对其摩擦安全性难以做出有效区分,而在药片摩擦感度试验中二者的反应剧烈程度有较大差异,与大型试件的滑道试验结果一致。因此,药片摩擦感度试验结果可以为滑道试验等大型试件安全性试验实施及成型炸药件摩擦安全性分析提供参考。

从 PBX-1 及 PBX-2 的摩擦试验结果可以看出,两种 PBX 的摩擦感度值只相差 10%,差异并不明显。在试验数据较少的情况下,此差异对配方选择、调整尚不足以提供足够有力的支撑,而在药片

摩擦感度试验中二者反应级别相差极大,对配方筛选及工艺优化可以提供直接判据。

3 结 论

(1)建立了一种成型炸药试件的小尺寸药片摩擦感度试验方法,可用于 PBX 配方研究及炸药件的摩擦安全性评价。

(2)小尺寸的药片摩擦感度试验结果能在一定程度上反应 PBX 在摩擦刺激下的不同反应等级,其结果能为大型炸药件摩擦安全性分析提供一定参考。

参考文献:

- [1] Gibbs T R, Popolato A. LASL Explosive Property Data[M]. Berkeley, CA: University of California Press, 1980.
- [2] Dobratz B M. Properties of Chemical Explosives and Explosive Simulants[M]. Livermore: Lawrence Livermore National Laboratory, 1974.
- [3] Asay B W. Non-Shock Initiation of Explosives[M]. Springer: [s. n.]: 2010.
- [4] 董海山,周芬芬.高能炸药及相关物性能[M].北京:科学出版社,1989.
- [5] 魏晓安,王泽山.水分对粉状炸药性能的影响[J].火炸药学报,2000,23(2):20-22.
WEI Xiao-an, WANG Ze-shan. Influence of water on property of HFZ Powdery explosive[J]. Chinese Journal of Explosives and Propellants, 2000,23(2):20-22.
- [6] Battelle Memorial Institute. DOE explosives safety manual; Pantex version[M]. [S. l.]: Battelle Pantex, 1999.
- [7] 胡庆贤.炸药摩擦感度测试方法的讨论[J].含能材料,1998(2):92-96.
HU Qing-xian. Discussion on the test methods of explosive friction sensitivity. [J]. Chinese Journal of Energetic Materials, 1998(2):92-96.