

文章编号: 1006-9941(2012)01-0105-04

一种直列式传爆序列的装药传爆性能试验研究

金丽, 杨振英, 张玉若, 高艳, 王放, 刘文灏

(中国兵器工业第 213 研究所, 陕西 西安 710061)

摘要: 为了研究直列式传爆序列的传爆性能, 设计了一种以冲击片雷管起爆 II 型六硝基芪 (HNS-II) 传爆药盒和聚黑苯-1 (JHB-1) 扩爆药柱的直列式传爆序列试验装置。对试验用冲击片雷管的输出能力进行了试验分析, 并对直列式传爆序列在低温、常温下的传爆性能进行了试验验证。结果表明: 在此试验装置条件下, 冲击片雷管在 ≤ 8 mm 的传爆间隙条件下, 能可靠起爆裸装钝感 JHB-1 扩爆药柱; 在 -40 °C 低温、常温状态以及拉大传爆间隙的状态下, 冲击片雷管能可靠起爆 HNS-II 传爆药盒; 直列式传爆序列冲击片雷管—HNS-II 传爆药盒—JHB-1 扩爆药柱能够可靠传爆。

关键词: 军事化学与烟火技术; 直列式传爆序列; 冲击片雷管; HNS-II 传爆药盒; JHB-1 扩爆药柱

中图分类号: TJ55; O69

文献标识码: A

DOI: 10.3969/j.issn.1006-9941.2012.01.025

1 引言

直列式 (in-line) 传爆序列是指各种爆炸元件按照感度递减、输出递增的顺序排列而成的中间无隔爆的爆炸序列。典型的直列式传爆序列主要由冲击片雷管 (slapper detonator)、升压控制电路和环境传感器组成, 其中, 冲击片雷管中不含任何敏感的起爆炸药, 仅装有高密度 IV 型六硝基芪 (HNS-IV) 药柱, 且换能元与药剂不直接接触, 整个序列具有很高的安全性与可靠性。使用直列式传爆序列的起爆系统与传统的错位式安全起爆系统相比, 在同等安全性的情况下, 还具有体积小、质量轻的优点。将直列式传爆序列用于弹药或战斗部的设计中, 可使传统的弹药传爆序列结构设计得到简化, 装药结构得到改善, 生产操作更加安全, 并且, 缩短弹药生产周期, 提高效费比。

据文献[1-3]报道, 应用直列式安全与解除保险装置的新型安全引信的型号研究在国外得到了广泛的重视, 并已用于多种型号的导弹或火箭中。其中, 直列式传爆序列典型的应用实例就是 1992 年美国 Lawrence Livermore 国家实验室报道的钝感航弹传爆序列, 它是用 RP95 冲击片雷管起爆毫克量的 HNS-IV 或太安 (PETN), 该传爆药爆炸后驱动金属飞片起爆超细三氨基三硝基苯

(TATB) 及 LX-17 钝感传爆药, 最后起爆 PBXW-124 不敏感炸药主装药^[4-6]。在国内, 随着冲击片雷管和爆炸箔直列式起爆系统的发展日趋成熟, 目前在各种弹药中正处于初期应用阶段, 但对直列式传爆序列却很少有人研究。本试验对以冲击片雷管起爆 HNS-II 传爆药盒和 JHB-1 扩爆药柱的直列式传爆序列进行了研究, 该研究对爆炸箔直列式起爆系统的应用具有一定的参考意义。

2 试验

2.1 试验装置

试验所用起爆装置主要由电子安全逻辑电路和高压起爆控制电路组成, 其试验原理如图 1 所示, 高压起爆控制电路依次接收到电子安全逻辑电路的升压信号及起爆信号, 起爆传爆序列中的冲击片雷管, 再依次起爆下级的传爆药、主装药。其中, 高压起爆控制电路主要由电容、高压开关及低电感电路等组成。

设计了一种传爆序列装药传爆性能试验装置, 如图 2 所示, 由冲击片雷管依次起爆下级的 HNS-II 传爆药盒和 JHB-1 扩爆药柱。

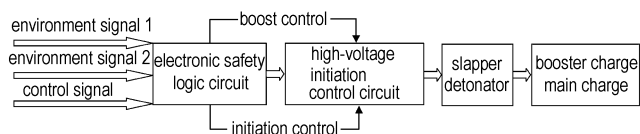


图 1 起爆装置原理图

Fig. 1 Schematic diagram of initiation device

收稿日期: 2011-03-04; 修回日期: 2011-07-08

作者简介: 金丽(1983-), 女, 工程师, 主要从事爆炸箔起爆及点火技术研究。e-mail: JL5990@126.com

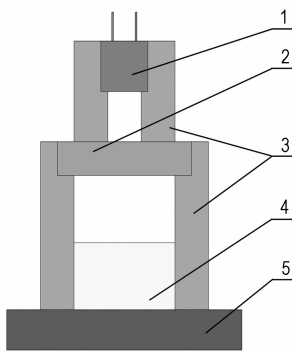


图2 传爆序列装药传爆性能试验装置

1—雷管, 2—HNS-II 药盒, 3—铝支架, 4—JHB-1 扩爆药柱, 5—鉴定钢块

Fig. 2 Test device of explosive trains

1—detonator, 2—HNS-II, 3—Al bracket, 4—JHB-1, 5—steel block

2.2 试验用冲击片雷管、传爆药及扩爆药

冲击片雷管装药药剂为 HNS-IV, 装药密度为 $1.6 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$; HNS-II 传爆药药量为 15.9 g, 药柱尺寸 $\Phi 26 \text{ mm} \times 18.5 \text{ mm}$, 压药密度为 $1.62 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$; JHB-1 扩爆药药柱尺寸 $\Phi 30 \text{ mm} \times 8.9 \text{ mm}$, 压药密度为 $1.65 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$, 其中, JHB-1 由主体炸药 TATB、RDX 和粘结剂组成, 其配比 TATB/RDX/粘结剂为 48/48/4, 其撞击感度和冲击波感度均远小于特屈儿, 实测爆速 ($7952 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$) 高于特屈儿理论爆速 ($7776 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$), 在慢速烤燃试验中仅发生部分燃烧反应(特屈儿发生爆轰)^[7], 适用于直列式起爆系统。

上述样品中, 冲击片雷管由兵器工业 213 研究所生产, HNS-II 传爆药和 JHB-1 扩爆药均由某研究单位提供。

表 1 冲击片雷管通过间隙起爆裸装 JHB-1 药柱试验结果

Table 1 Test results of slapper detonator initiate bare JHB-1 under certain gap condition

No.	detonator charge /mg	initiation gap /mm	initiation voltage /kV	witness block dimension /mm	depth of steel dent /mm	test results
1	390	3.9	3.0	$\Phi 35 \times 16$	steel block is fragmented	JHB-1 detonation
2	390	8.0	3.0	$\Phi 60 \times 30$	2.3	JHB-1 detonation
3	390	13.4	3.0	$\Phi 60 \times 30$	—	detonator detonation JHB-1 is unexploded
4	390	18.5	3.0	$\Phi 60 \times 30$	—	detonator detonation JHB-1 is unexploded
5	492	11.0	3.7	$\Phi 60 \times 30$	2.4	JHB-1 detonation
6	492	15.0	4.0	$\Phi 60 \times 30$	—	detonator detonation JHB-1 is unexploded
7	492	17.6	4.0	$\Phi 60 \times 30$	2.3	JHB-1 detonation

3 试验结果及讨论

3.1 冲击片雷管输出能力评估试验

考核冲击片雷管在不同间隙情况下, 起爆裸装 JHB-1 扩爆药柱的起爆能力, 试验装置如图 3 所示, 该试验装置是在图 2 所示传爆序列装药传爆性能试验装置中, 去掉 HNS-II 传爆药盒部分。其中, 起爆电路发火电容 $0.22 \mu\text{F}$, 起爆电压 $3.0 \sim 4.0 \text{ kV}$ 。试验结果见表 1, 试验后鉴定钢块典型照片如图 4 所示。

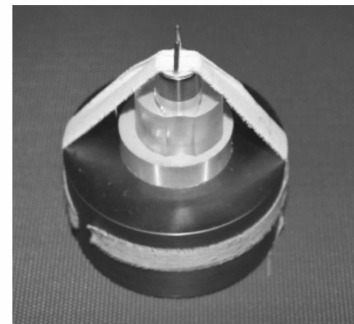


图3 冲击片雷管起爆 JHB-1 药柱试验装置

Fig. 3 Test device of slapper detonator initiate JHB-1

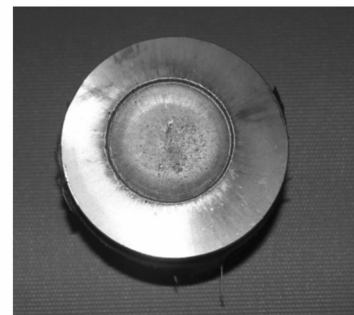


图4 试验后鉴定钢块典型照片

Fig. 4 Typical photo of steel block after test

由表 1 可见,在 JHB-1 扩爆药柱裸装情况下,1[#]、2[#]、5[#]、7[#]装置的 JHB-1 扩爆药柱被冲击片雷管起爆,3[#]、4[#]、6[#]装置雷管起爆、JHB-1 药柱未爆。图 4 为 390 mg 装药量的冲击片雷管起爆 JHB-1 扩爆药柱后,在 $\Phi 60$ mm \times 30 mm 尺寸的鉴定钢块上留下的凹坑照片,钢凹深度 2.3 mm。

结合本试验条件中冲击片雷管在不同起爆间隙条件下,对裸露 JHB-1 扩爆药柱的起爆试验,可以得出以下结论:

(1) 增大雷管装药量,冲击片雷管输出能力增加;

(2) 在冲击片雷管装药量 390 mg、JHB-1 药柱裸装条件下,冲击片雷管能够在较小传爆间隙条件下 (≤ 8 mm),起爆钝感 JHB-1 扩爆药柱。

3.2 直列式传爆序列装药传爆性能验证试验

在进行了冲击片雷管对钝感 JHB-1 扩爆药柱的起爆性能试验的基础上,设计了一组直列式传爆序列(冲击片雷管—HNS-II 传爆药盒—JHB-1 扩爆药柱)传爆试验装置(使用装药量 390 mg 的冲击片雷管),并对该传爆序列在常温、低温条件下的装药传爆性能进行了试验验证。

3.2.1 常温传爆性能验证试验

常温状态下的试验装置示意图如图 2 所示,冲击片雷管与 HNS-II 传爆药盒间距为 3.6 mm,药盒与 JHB-1 药柱间距为 25 mm。在试验中,发火电容为 0.22 μ F,冲击片雷管起爆电压为 3 kV,试验结果见表 2,试验后对应序号鉴定钢块炸痕及药盒残骸照片如图 5 所示。

3.2.2 低温传爆性能验证试验

为了考核该传爆序列装药在低温状态下的传爆性能,在 -40 $^{\circ}$ C 的低温状态下,进行冲击片雷管—HNS-II 传爆药盒的间隙传爆试验。低温试验下的试验装置是在图 2 所示试验装置中,去掉 JHB-1 扩爆药柱部分,仅考核冲击片雷管—HNS-II 传爆药盒的传爆性能,其中,冲击片雷管与 HNS-II 传爆药盒间距 10 mm,试验结果见表 2。

由表 2 可见:

(1) 常温状态下,390 mg 装药量的冲击片雷管可通过 3.6 mm 的间隙,可靠起爆装药量 15.9 g 的 HNS-II 传爆药盒,药盒爆轰再通过 25 mm 的间隙,可靠起爆下级 JHB-1 药柱。说明了在冲击片雷管和 JHB-1 扩爆药柱之间加入 HNS-II 传爆药盒的设计后,整个传爆序列作用更加可靠。

(2) 在 -40 $^{\circ}$ C 的低温状态下,390 mg 装药量的

冲击片雷管可通过 10 mm 的间隙,可靠起爆装药量 15.9 g 的 HNS-II 传爆药盒。这验证了作为直列式传爆序列元件的冲击片雷管和 HNS-II 传爆药盒在低温 (-40 $^{\circ}$ C) 及加大传爆间隙 (10 mm) 的加严状态下,良好的传爆性能。

图 5 所示为常温状态下,传爆序列冲击片雷管(装药量 390 mg)—HNS-II 传爆药盒(药量 15.9 g)—JHB-1 扩爆药柱传爆后,对应的鉴定钢块凹痕及药盒残骸照片(图 5 中的 1,2,3 即对应表 2 中的 1,2,3 号试样)。由照片可见,传爆序列均正常传爆。

表 2 直列式传爆序列常温、低温传爆试验结果

Table 2 Detonation test result of in-line explosive trains under low and normal temperatures

No.	d_1 /mm	d_2 /mm	U /kV	test results	remark
1	3.6	25	3.0	JHB-1 detonation	normal temperature
2	3.6	25	3.0	JHB-1 detonation	normal temperature
3	3.6	25	3.0	JHB-1 detonation	normal temperature
4	10	-	3.0	HNS-II detonation	low temperature
5	10	-	3.0	HNS-II detonation	low temperature
6	10	-	3.0	HNS-II detonation	low temperature

Note: d_1 is the distance for gap between slapper detonator and HNS-II box; d_2 is the distance for gap between HNS-II box and JHB-1; U is initiation voltage.

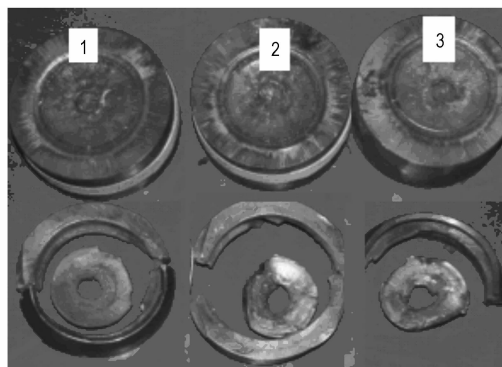


图 5 常温传爆试验钢块炸痕及药盒残骸

Fig. 5 Steel block and box debris after test under normal temperature

4 结论

(1) 装药量 390 mg 的冲击片雷管可在 ≤ 8 mm 的传爆间隙条件下,可靠起爆裸装钝感 JHB-1 扩爆药柱。

(2) 常温状态下,直列式传爆序列冲击片雷管(装药量 390 mg)—HNS-II 传爆药盒(药量 15.9 g)—JHB-1 扩爆药柱可靠传爆。

(3) 在 -40 $^{\circ}$ C 低温和拉大传爆间隙 (10 mm) 的

加严状态条件下,该直列式传爆序列元件冲击片雷管(装药量 390 mg)和 HNS-II 传爆药盒(药量 15.9 g)具有良好的低温传爆性能。

参考文献:

- [1] Barry T Neyer, John T Adams, James C Edwards, et al. A low cost, reliable, hermetically sealed, chip slapper detonator suitable for various aerospace applications. A99-31303: 1999[R].
- [2] Tim Tobik. Air force fuze technology overview[C]//49th Annual Fuze Conference. Seattle. 2005.
- [3] 杨振英, 杨树彬, 周智, 等. 爆炸箔起爆与点火技术发展动态研究[C]//第16届引信年会, 宁波, 2009.
YANG Zhen-ying, YANG Shu-bin, ZHOU Zhi, et al. Study to the development of initiation and ignition techniques of exploding foil initiator (EFI)[C]//16th Annual Fuze Conference. Ningbo. 2009.
- [4] 王凯民, 蔡瑞娇, 严楠, 等. 国外传爆序列技术研究与发展分析[J]. 火工品, 2001(1): 42-46.
WANG Kai-min, CAI Rui-jiao, YAN Nan, et al. Analysis on the research and development of the explosive trains in foreign countries[J]. *Initiators & Pyrotechnics*, 2001(1): 42-46.
- [5] Nichols A L. Generic insensitive fuze train for PBXW-124: US DE92019380[P]. 1992.
- [6] 高桂萍. 钝感弹药及安全可靠起爆新技术[J]. 火炸药学报, 1999, 18(2): 63-66.
GAO Gui-ping. Desensitizing ammunition and new techniques of safe reliable initiation[J]. *Chinese Journal of Explosives & Propellants*, 1999, 18(2): 63-66.
- [7] 王晓峰, 戴蓉兰, 涂健. 钝感传爆药 JHB-1 的配方设计[J]. 火工品, 2002(2): 30-32.
WANG Xiao-feng, DAI Rong-lan, TU Jian. Formulation design of the insensitive booster composition JHB-1[J]. *Initiators & Pyrotechnics*, 2002(2): 30-32.

Performance of an in-line Explosive Trains

JIN Li, YANG Zhen-ying, ZHANG Yu-ruo, GAO Yan, WANG Fang, LIU Wen-hao

(The 213th Research Institute of China Ordnance Industry, Xi'an 710061, China)

Abstract: An experiment device of in-line explosive trains (slapper detonator—HNS-II—JHB-1) was designed to study the explosive performance of in-line explosive trains. The output performance of slapper detonator used in the experiment were analyzed, and the explosive performance of in-line explosive trains under low temperature and normal temperature were experimented. The results show that, in this experiment condition, slapper detonator can reliably initiate the bare insensitive JHB-1 under the condition of less 8 mm transfer intervals; slapper detonator can also reliably initiate HNS-II under the low temperature of $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$, normal temperature as well as extend transfer interval; and finally, in-line explosive trains (slapper detonator—HNS-II—JHB-1) can reliably detonate.

Key words: military chemistry and pyrotechnic technology; in-line explosive train; slapper detonator; HNS-II; JHB-1

CLC number: TJ55; O69

Document code: A

DOI: 10.3969/j.issn.1006-9941.2012.01.025