

文章编号: 1006-9941(2007)05-0544-03

## 含 HNIW 电雷管输出威力的研究

解瑞珍, 陈震, 金贞淑, 卢斌

(火工品安全性可靠性技术国防科技重点实验室, 213 研究所, 陕西 西安 710061)

**摘要:** 依据 GJB5309.1~.38 中钢块凹痕试验的方法, 测试了以六硝基六氮杂异伍兹烷(HNIW)为输出装药的电雷管( $\Phi 3.85$  mm)的输出威力。在相同装药条件下, 与以 HMX 为输出装药的电雷管相比, 其输出威力提高了 10% 以上, 极限起爆药药量减少表明 HNIW 可以作为雷管进一步小型化的可选药剂。

**关键词:** 爆炸力学; 火工品; 电雷管; 六硝基六氮杂异伍兹烷(HNIW); 输出威力

**中图分类号:** TJ55; O389

**文献标识码:** A

### 1 引言

先进武器对火工系统提出了小型化、微型化等要求, 简化火工品结构, 提高火工药剂性能, 采用威力更大的新型炸药取代传统炸药 RDX、HMX, 是雷管小型化的重要途径之一。六硝基六氮杂异伍兹烷(HNIW, CL-20)分子为三维立体结构, 堆积紧密, 密度较大, 母体环具有很大的张力, 能量较高<sup>[1]</sup>。与 HMX、RDX 相比, HNIW 具有更合理的氧平衡和较高的生成热, 爆炸能量较高, 同时具有较高的爆速与爆压<sup>[2]</sup>。据文献[3]报道, HNIW 的热安定性非常好, 48 h 放气量远远低于国军标规定的安定性判据, 70 °C 时 HNIW 的有效存储寿命为 43.8 年。然而至今为止, 国内外有关 HNIW 在电雷管中的应用研究未见详细的报道<sup>[4]</sup>。本文参照 GJB5309.1~.38 中钢块凹痕试验方法对以 HNIW 作为输出装药的  $\Phi 3.85$  mm 电雷管的输出性能进行了试验研究, 并在同等条件下与以 HMX 为输出装药的电雷管的输出性能进行了对比。

### 2 试验用雷管及装药

本试验用雷管采用 LD-14 小型桥丝式电雷管<sup>[5]</sup>, 其结构如图 1 所示。

该雷管由电极塞、起爆药、炸药、管壳等几部分组成, 直径是 3.7 mm, 高为 7 mm。起爆药选用了起爆威力大、流散性好的羧甲基纤维素叠氮化铅, 装药量为 20 mg。点火药采用硝化棉与斯蒂芬酸铅(LTNR)的混

合炸药。输出装药为 HNIW, 分两层装药, 一层为松装, 一层为压装。

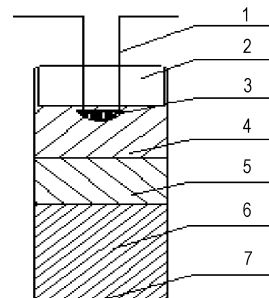


图 1 试验用雷管结构示意图

1—脚线, 2—电极塞, 3—药头, 4—起爆药, 5—松装 HNIW, 6—压装 HNIW, 7—管壳

Fig. 1 Sketch of detonator configuration

1—pin, 2—electrode socket, 3—match head, 4—primary explosive, 5—low density HNIW, 6—high density HNIW, 7—cup

### 3 雷管起爆威力的测试

本试验参照 GJB5309.1~.38 钢块凹痕试验的方法, 装置如图 2 所示。

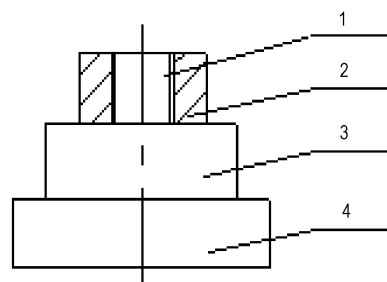


图 2 钢块凹痕试验装置

1—雷管, 2—限制套筒, 3—钢块, 4—钢垫

Fig. 2 The steel dent test setting

1—detonator, 2—sleeve, 3—dent plate, 4—steel plate

收稿日期: 2006-09-05; 修回日期: 2007-03-15

基金项目: 总装预研基金(514050502)

作者简介: 解瑞珍(1977-), 女, 在读硕士研究生, 从事军事化学与烟火技术方面的研究。e-mail: xieruizhen@126.com

为了消除界面的空气间隙和雷管底贴在凹坑上影响测量精度,将雷管的输出端涂有少量的硅油。直接将涂有硅油的雷管垂直放在钢块工作面中心位置并与钢块紧密接触。当雷管垂直放在钢鉴定块上爆轰时,钢鉴定块受到的主要作用力是紧靠在鉴定块表面的爆轰气体压力<sup>[6]</sup>。

试验分为使用限制套筒和不使用限制套筒两种情况,结果见表 1。

由表 1 可以看出,在使用限制套筒的情况下,以 HNIW 为输出装药的雷管输出威力比以 HMX 为输出装药雷管输出威力提高 13.8%;在不使用限制套筒时输出威力同样提高 13.8%。由于 HNIW 的密度比 HMX 大,同等装药量及相同的压药条件下,HNIW 所占体积小,那么在同等输出威力的情况下,所需 HNIW 的质量小,体积就会更小,这就为雷管的小型化提供了较大余量。

另外在使用限制套筒的情况下,测试了 HNIW 装药密度不同时雷管的输出威力,测试结果见表 2。装药量为 65 mg,每一密度下实验 10 发,取平均值。

由表 2 可以看出,在有限制套筒情况下,随着压药密度的增加,雷管的输出威力提高。

在 HNIW 装药质量(65 mg)不变的情况下,当起

爆药的质量从 20 mg 减少到 9 mg 时雷管输出威力的变化见表 3。

从表 3 可以看出,起爆药量从 20 mg 减少到 9 mg 对雷管的输出威力影响不大。

当起爆药减少时,HNIW 与 HMX 两种装药雷管的输出的试验结果见表 4。

从表 4 可以看出,与 HMX 相比,起爆 HNIW 的羧甲基纤维素叠氮化铅最小起爆药量较少。这表明可以通过适量减少起爆药,增加输出装药量以达到进一步增强雷管输出威力的目的,也可以在保证输出威力的情况下,通过减少起爆药,进一步使雷管小型化。

以 HNIW 为输出装药的雷管经(50 ± 2) °C、1 h → 室温 10 min → (-40 ± 2) °C、1 h → 室温 10 min 的温度循环两次,再经室温、相对湿度 95% 以上 24 h 的湿度试验,雷管参数的测试结果见表 5。试验前后分别试验 10 发。

从表 5 可以看出,温湿度试验前后,电阻完全相同、输出威力基本没变。表明此环境条件的改变对雷管的输出威力没有影响,也表明以 HNIW 为输出装药的雷管具有较强的环境适应能力。

表 1 使用限制套筒和未使用限制套筒钢凹试验结果

Table 1 The steel dent data of detonator with and without constraint

base charge	test condition	quality of base charge/mg	sample	average dent depth/mm	standard deviation
HNIW	detonator with constraint	65	10	0.510	0.036
HMX	detonator with constraint	65	10	0.448	0.079
HNIW	detonator without constraint	65	7	0.635	0.044
HMX	detonator without constraint	65	6	0.558	0.038

表 2 不同装药密度的雷管输出威力

Table 2 The output of detonator charged with various density HNIW

density/g · cm <sup>-3</sup>	average dent depth/mm	standard deviation/mm
1.83	0.510	0.036
1.76	0.493	0.01
1.65	0.475	0.01

表 3 起爆药质量不同时雷管的输出威力

Table 3 The output of detonator charged with various quality of initiating explosive

quality of initiating explosive/mg	sample	average dent depth/mm	standard deviation/mm
20	10	0.510	0.015
9	9	0.526	0.029

表 4 起爆药量对输出装药不同的雷管威力的影响

Table 4 Effect of initiating explosive on the output of detonator charged with HNIW and HMX

base charge	quality of initiating explosive/mg	quality of base charge/mg	sample	acceptance number	probability of acceptance
HNIW	9	65	9	9	100%
HMX	9	65	9	7	78%
HNIW	6	65	10	9	90%
HMX	6	65	9	2	22%

表5 温湿度试验前后雷管参数的比较

Table 5 Effect of the damp heat test on output of detonator

sample	resistance / $\Omega$	average dent depth /mm	standard deviation /mm
1	5.15	0.502	0.015
2	5.15	0.498	0.004

Note: 1) Detonator before the damp heat test; 2) Detonator after the damp heat test.

#### 4 结论

在装药条件相同的情况下,与 HMX 相比较,以 HNIW 为输出装药的  $\Phi 3.85$  mm 雷管输出威力提高了 10% 以上;极限起爆药量可以进一步减少,这就为雷管的进一步小型化提供了余量。

以 HNIW 为输出装药的  $\Phi 3.85$  mm 雷管,温湿度试验后,输出威力没有变化,这表明其具有较强的环境适应能力。

#### 参考文献:

[1] 欧育湘,刘进全. 高能密度化合物[M]. 北京: 国防工业出版社,2005.

社,2005.

OU Yu-xiang, LIU Jin-quan. High Energy Density Compounds [M]. Beijing: National Defense Industry Press, 2005.

[2] 曾贵玉,聂福德,刘晓东,等. 六硝基六氮杂异伍兹烷(CL-20)的研究进展[J]. 含能材料,2000,9(8): 130-134.

ZENG Gui-yu, NIE Fu-de, LIU Xiao-dong, et al. The developments of hexanitrohexa-azaisowurtzitane [J]. *Chinese Journal of Energetic Materials (Hanneng Cailiao)*, 2000, 9(8): 130-134.

[3] 陈松林,刘家彬,尉淑琼,等. 六硝基六氮杂异伍兹烷的热分解反应动力学研究[J]. 含能材料,2002,3(10): 46-48.

CHEN Song-lin, LIU Jia-bin, WEI Shu-qiong, et al. Study on thermal decomposition kinetics of hexanitrohexaazaisowurtzitane [J]. *Chinese Journal of Energetic Materials (Hanneng Cailiao)*, 2002, 3(10): 46-48.

[4] Gartung Cheng. Development of a heavy metal-free electric detonator [A]. 48th Annual Fuze Conference [C], 2004.

[5] 马宏萱,姜玉琴,焦彦玲,等. LD-14 小型桥丝式电雷管的研究[J]. 火工品,1995,(2): 14-18.

MA Hong-xuan, JIANG Yu-qin, JIAO Yan-ling, et al. Study of LD-14 bridgewire small detonator [J]. *Explosive and pyrotechnics*, 1995, (2): 14-18.

[6] Bauer B J. Detonation pressure, hardness and dent depth [A]. 8th Symp. on Explosive and Pyrotechnics [C], 43, 1974.

### Output of Electric Detonator Charged with HNIW

XIE Rui-zhen, CHEN Zhen, JIN Zhen-shu, LU Bin

(The National Defense Key Laboratory of Pyrotechnical Safety & Reliability Research, 213th Research Institute of China Ordnance Industry, Xi'an 710061, China)

**Abstract:** The output of electric detonator charged with hexanitrohexaazaisowurtzitane (HNIW) was measured on the basis of GJB5309.1 ~ .38; steel dent test method, the output increased over 10% and the minimum quantity of initiation explosive decreased compared with HMX. The results show that HNIW is an optional explosive for miniaturization of detonator in condition of the coequal initiation power.

**Key words:** explosion mechanics; pyrotechnics; electric detonator; hexanitrohexaazaisowurtzitane (HNIW, CL-20); energy output



读者·作者·编者

欢迎  
订阅

含能材料

ISSN 1006-9941  
CN 51-1489/TK

《含能材料》1993年创刊,1996年国内外公开发行人。中国工程物理研究院主办,中国工程物理研究院化工材料研究所承办,四川省科学技术协会主管,国内外公开发行人,主要报道国内外火炸药、推进剂、烟火剂、火工药剂、武器弹药设计及相关材料的研制、工艺技术、性能测试、爆炸技术及其应用、含能材料的库存可靠性、工业废水处理、环境保护等方面的最新成果,促进含能材料学科领域的科技进步。

目前《含能材料》是中国科技论文统计源刊(中国科技核心期刊)、中国科学引文数据库来源刊、中国学术期刊综合评价数据库源刊、中国学术期刊<光盘版>源刊、《中国期刊网》源刊、万方数据库源刊、《中国核心期刊(遴选)数据库》源刊、中文科技期刊数据库源刊、中国化学文献数据库源刊,同时还被《EI》、《CA》、《剑桥科学文摘》、《中国学术期刊文摘》、《中国导弹与航天文摘》及《兵工文摘》等刊物收录。

本刊为双月刊,双月末出版,向国内外公开发行人,邮发代号:62-31。2008年本刊单价调整为12元,全年72元。凡未赶上邮局订阅者,可向编辑部邮购。2008年(第16卷)第1~6期,邮购价为90元/年;另有少量合订本供应。

通讯地址:四川省绵阳市919信箱310分箱,621900 电话:0816-2485362 传真:0816-2281339 e-mail:HNCL01@caep.ac.cn

www.energetic-materials.org.cn; 含能材料.cn; 通用网址:含能材料

欢迎订阅、赐稿及刊登广告!