

文章编号: 1006-9941(1999)03-0100-03

六硝基六氮杂异伍兹烷的感度

欧育湘, 王才, 潘则林, 陈博仁
(北京理工大学化工与材料学院, 北京 100081)

摘要: 测定了六硝基六氮杂异伍兹烷(HNIW)的撞击感度、摩擦感度、热感度及静电火花感度。HNIW的 H_{50} (5kg落锤)为20~27cm; ϵ -HNIW的摩擦感度100%(摆角 $90 \pm 1^\circ$, 表压 3.92 ± 0.07 MPa)或92%(摆角 $80 \pm 1^\circ$, 表压 2.45 ± 0.07 MPa), 爆发点(5s延滞期)283.9℃, 50%发火电压 V_{50} 为4.61kV, 50%发火能量 E_{50} 为0.106J。

关键词: 六硝基六氮杂异伍兹烷; 撞击感度; 摩擦感度; 热感度; 静电火花感度

中图分类号: TQ560.72

文献标识码: A

1 引言

单质炸药的机械感度、热感度及静电火花感度都涉及到炸药在生产、使用及贮运过程的安全特性, 因此, 对它们进行评价和实际测定是十分必要的。关于HNIW的感度, 近两年来文献中有过一些报道^[1-3], 但由于试样来源、晶型、特别是粒度和晶体外形的不同, 所报道的实验结果有些差异, 而且对试样情况及测定方法也缺乏详细的说明。本文采用作者所制备的试样, 测定了HNIW的上述感度。

2 试样

HNIW试样按文献[4]提供的方法合成。试样由IR、¹HNMR和¹³CNMR、MS(CI)及元素分析鉴定。晶型通过FTIR、FIR(远红外)及LR(激光拉曼)光谱判别。

α -HNIW系直接合成, β 、 γ 和 ϵ 三种晶型则由 α -HNIW转晶制得。测定前试样在高真空下于60~80℃干燥, 然后过筛, 用显微图象分析仪测定其粒度分布(见表1)。

表1 HNIW的粒度分布

Table 1 Granularity of HNIW

%

试样	粒径/ μm				总粒数 /个	平均粒径 / μm	比表面积 / $\text{cm}^2 \cdot \text{g}^{-1}$	分散度 /%
	6.66~21.05	21.05~33.28	47.06~105.23	105.23~210.46				
α -HNIW	15.9	31.7	49.4	3.0	1323	47.96	614.78	58.2
β -HNIW	26.9	36.8	35.2	1.1	2588	39.30	750.23	61.9
γ -HNIW	41.1	23.7	30.9	4.5	1590	46.21	638.02	77.8
ϵ -HNIW	34.8	36.9	27.0	1.3	2188	36.69	803.53	69.1

3 撞击感度

按GJB 772A-97所规定的方法, 用落锤仪按升降法测得四种晶型HNIW的特性落高 H_{50} , 还同时测定了军用HMX(二级品, 1类)的 H_{50} 值作为比较。落锤质量为 5 ± 0.005 kg, 药量为 50 ± 2 mg。测定温度为15~26℃, 湿度为20%~22%, 所得结果示于表2。

表2 HNIW及HMX的特性落高

Table 2 Critical height H_{50} of HNIW and HMX

试样	α -HNIW	β -HNIW	γ -HNIW	ϵ -HNIW	HMX
H_{50}/cm	20.7	24.2	24.9	26.8	24.5
$s^{1)}$	0.07	0.07	0.06	0.08	0.10
$n^{2)}$	11	11	12	12	10

注: 1) s 为标准差对数值;

2) n 为发火或不发火的总数(最小值)。

收稿日期: 1998-06-01 修回日期: 1998-10-05

基金项目: 国防科工委预研基金资助项目(12060451867)

尽管所测 α -HNIW 的 H_{50} 值较低,但不能肯定 α -HNIW 比其它晶型 HNIW 的撞击感度高,因为撞击感度与 HNIW 的粒度、粒度分布及晶体外形(圆角还是棱角)相关。不过可以初步认为,HNIW 的撞击感度与 HMX 相近。

另外,还测定了 ε -HNIW 的爆炸概率(10kg 落锤,25cm 落高,25 发,药量 50 ± 2 mg),其值为 100%。

4 摩擦感度

按 GJB 772A 所规定的方法,以 WM-1 型摩擦感度仪测定了 ε -HNIW 的摩擦感度。所用药量为 20 ± 1 mg,试验次数 25 发。

测定结果为 100% (摆角 $90 \pm 1^\circ$,表压 3.92 ± 0.07 MPa)或 92% (摆角 $80 \pm 1^\circ$,表压 2.45 ± 0.07 MPa)。对于后一测定结果,置信水平为 95% 时,置信区间 $P_1 = 0.74, P_u = 0.99$ 。

5 热感度

按 GJB 772A 所规定的方法,用 BDY-1 型爆发点测定仪测定了 ε -HNIW 的爆发点。试验条件为:药量 30 ± 1 mg,容器为 8[#]平底雷管壳。实验室内温度 18°C ,相对湿度 50%。

在 $283 \sim 295^\circ\text{C}$ 范围内,测定了六个不同温度下 HNIW 发生爆炸的延滞期,再根据延滞期与爆发点的关系曲线,求得 ε -HNIW 5s 延滞期的爆发点为 283.9°C 。

值得指出的是,在 180°C 以上时 ε -HNIW 可转化

为 γ -HNIW,所以尽管用的试样是 ε -HNIW,但实际测得的不一定是纯 ε -HNIW 的爆发点。

6 静电火花感度

按 GJB 772A 所规定的方法,用 JGY-50 静电火花感度仪测定了 ε -HNIW 的静电火花感度。测定条件为:电容 10000 ± 100 pF,放电间隙 1 ± 0.01 mm,药量 50 ± 5 mg,针电极极性为负,温度 17°C ,湿度 40%。测得 ε -HNIW 50% 发火电压 V_{50} 为 4.61kV,50% 发火能量 E_{50} 为 0.106J,标准偏差 0.305mJ。

7 结论

根据作者所得实验结果及表 3 所列其它几种炸药的感度数据初步认为,HNIW 的撞击感度及摩擦感度均与 HMX 及 RDX 相近,但应低于 PETN。不过,通过粒径细化及药粒球形化,HNIW 的机械感度可望降低。由表 3 数据可知,HNIW 的爆发点低于 HMX,但高于 RDX 及 PETN。关于静电火花感度,目前尚难于将 HNIW 与其它炸药比较,因为该感度与试样及实验情况有关。由于实验装置及实验条件的差异,不同研究者测得的同一试样的静电火花感度值差异很大。由表 3 中所列的包括 ε -HNIW 在内的四种炸药的 E_{50} 值来看,除 RDX 稍高外,其它三种彼此相差不多。但因各试样的粒径范围有异,且测定 ε -HNIW 静电火花感度的装置及条件与测定另外三种炸药的有所不同,所以还不能仅根据表 3 数据做出结论。为严格起见,应将比较的炸药在尽量一致的条件下进行多次测定。

表 3 ε -HNIW 及其它几种炸药的感度

Table 3 Sensitivities of ε -HNIW and several other explosives

炸药	撞击感度 ¹⁾		摩擦感度/%	爆发点/ $^\circ\text{C}$ (5s 延滞期)	静电火花感度 ²⁾	
	爆炸概率/%	H_{50}/cm			E_{50}/J	V_{50}/kV
ε -HNIW	100	26.8	100 ³⁾ ,92 ⁴⁾	284	0.106	4.61
HMX	100 ^[5]	26 ^[6]	100 ^[7]	335 ^[5]	0.099 ^[8]	2.55 ^[8]
RDX	70~80 ^[5]	28 ^[6]	76 \pm 8 ^[5]	260 ^[5]	0.150 ^[8]	3.14 ^[8]
PETN	100 ^[5]	12 ^[6]	100 ^[5]	225 ^[5]	0.097 ^[8]	2.52 ^[8]

注:1) 测定爆炸概率的锤重为 10kg,落高为 25cm。测定 H_{50} 的落锤重为 5kg;

2) 试样的粒径: ε -HNIW 为 $50 \sim 100\mu\text{m}$,HMX 为 $20 \sim 90\mu\text{m}$,RDX 为 $20 \sim 70\mu\text{m}$,PETN 小于 $40\mu\text{m}$,测定 ε -HNIW 静电火花感度的装置及条件与测定其它三种炸药的不同^[8];

3) 90° ,3.92MPa;

4) 80° ,2.45MPa。

参考文献:

- [1] Simpson R L, Urtiew P A, Ornellas D L, et al. CL-20 performance exceeds HMX and its sensitivity is moderate [J]. *Propellants, Explosives, Pyrotechnics*, 1997, 22: 249 ~ 255.
- [2] Foltz M F. Thermal stability of ϵ -hexanitrohexaazaisowurtzitanite in an estane formulation [J]. *Propellants, Explosives, Pyrotechnics*, 1994, 19: 63 ~ 69.
- [3] 兵器工业情报所. 国外高能量密度材料研究最新进展. 1997.
- [4] 潘则林. 六硝基六氮杂异伍兹烷合成与性能研究: [学位论文][D]. 北京理工大学, 1998.
- [5] 郑孟菊, 俞统昌, 张银亮. 炸药的性能及测试技术 [M]. 北京: 兵器工业出版社, 1990: 52 ~ 105.
- [6] Gibbs R, Popolato A. *LASL Explosive Property Data* [M]. Berkeley: University of California Press, 1982, 50 ~ 150.
- [7] 任特生. 硝胺及硝酸酯炸药化学与工艺学 [M]. 北京: 兵器工业出版社, 1994, 173.
- [8] 董海山, 周芬芬. 高能炸药及相关物性能 [M]. 北京: 科学技术出版社, 1989, 112.

Sensitivity of Hexanitrohexaazaisowurtzitanite

OU Yü-xiang, WANG Cai, PAN Ze-lin, CHEN Bo-ren

(College of Chemical Engineering and Material Sciences, Beijing Institute of Technology, Beijing 100081, China)

Abstract: The impact sensitivity, friction sensitivity, thermal sensitivity (explosion point) and sensitivity to electrostatic spark of HNIW were measured according to the Chinese National Military Standard (GJB). The obtained results are as follows: $H_{50} = 20 \sim 27$ cm (5kg hammer); friction sensitivity 100% ($90 \pm 1^\circ, 3.92 \pm 0.07$ MPa) or 92% ($80 \pm 1^\circ, 2.45 \pm 0.07$ MPa), explosion point 283.9°C (5s delay time); $V_{50} = 4.61$ kV, $E_{50} = 0.106$ J.

Key words: friction sensitivity; hexanitrohexaazaisowurtzitanite (HNIW); impact sensitivity; sensitivity to electrostatic spark; thermal sensitivity

(上接第 99 页)

A Study on Preparation of Ultra-fine Nitroamine Explosives by Using High-speed Impinging Stream

ZHANG Xiao-ning, XU Geng-guang, WANG Ting-zeng

(Beijing Institute of Technology, Beijing 100081, China)

Abstract: The sub-micron ultra-fine particles of nitroamine explosives (HMX and RDX) were prepared by using high-speed impinging stream. The fundamental principle and characteristic of this method were analyzed. The granularity and shape of the ultra-fine explosive particles obtained were tested with laser-sedimentograph and scanning electronic microscope.

Key words: impinging stream; particle distribution; ultra-fine explosive