

文章编号: 1006-9941(2004)02-0116-03

炸药点火阈值测量

王淑萍, 王世英, 肖 玮, 刘培德
(西安近代化学研究所, 陕西 西安 710065)

摘要: 利用高压点火装置, 对 TNT 与 B 炸药在不同预压力下的点火性能进行了研究, 结果表明外界压力对炸药点火性能有一定影响, 随着压力的增加, TNT 和 B 炸药点火阈值有下降的趋势。

关键词: 爆炸力学; 点火装置; 炸药; 预压力; 点火阈值

中图分类号: TQ560

文献标识码: A

1 引言

随着高能炸药和武器系统的发展, 对炸药装药的安全性提出了更高的要求。炸药装药受外界刺激引起点火, 是多因素共同作用的结果, 其本质是装药加载环境下产生热点火并燃烧转爆轰的过程。因此, 对装药的热点火性能进行研究, 测定不同配方炸药在一定预压力下的点火阈值, 以判断其抗热点火的能力, 将对炸药在型号应用中的安全性提供依据和保障, 同时对炸药配方研究具有一定的指导作用。

2 常压下的 TNT 与 B 炸药点火试验

2.1 TNT 与 B 炸药的恒流点火试验

为了确定炸药点火与压力是否有关, 对粉状 B 炸药和 TNT 进行了常压下恒流点火试验, 桥丝采用镍铬丝, 直径为 0.06 mm, 电阻值约为 1 Ω , 药量为 0.25 g。

在 3 V 电压下, 5~6 s 时 TNT 开始冒烟、熔融, 桥丝变红; 而 B 炸药约 5 s 时开始冒烟, 较 TNT 大, 随时间推移而加剧, 直至 15 s, 仍不燃烧, 仅熔化量增加。实验结果发现, 在 3 V 电压下, TNT 和 B 炸药开始熔化, 随着通电时间的加长, 炸药的熔融(即镍铬丝通电后发热使粉状炸药受热熔化并凝结成块状)量增加, 并且两种炸药熔融的剧烈程度略有差别。但两者均未点火。说明在常压下, 电能即使相当大时也难以点火, 与桥丝通电时间的长短的关系似乎不大。

2.2 放电点火试验

仍利用直径为 0.06 mm 的镍铬丝, 电阻值为 1 Ω , 实验药量为 0.25 g, 对炸药采用不同电压的瞬时放电实验, 结果显示, 放电电压从 100 V 开始增加时, B 炸药逐渐熔化, 粘附于镍铬丝上, 随着电压增加, 熔化量增加, 电压达到 250 V 时桥丝烧断, B 炸药熔化成棕黄色块状, 未发生点火; TNT 实验现象与 B 炸药基本相同。而在同样条件下, 硝化棉在电压为 243 V 时, 发生了点火。

从实验结果可以看出, 电能增加, 炸药熔化量增加, 电压升至 250 V, B 炸药和 TNT 均未点火, 但电压为 243 V 时, 硝化棉发生点火, 由此可见, 硝化棉的点火阈值低于 TNT 和 B 炸药。

3 高压下 TNT 与 B 炸药点火阈值测量

由点火试验可见, 炸药点火与两个因素直接相关, 一个是外界的预压力, 另一个是桥丝单位面积上放出的能量。因此本实验在给试样一个预压力的同时, 将镍铬丝改成铂丝, 这是因为铂丝熔点高, 不易烧断, 并在同样环境压力下其单位面积上放出的热量高于镍铬丝。

3.1 实验装置及测试系统

为研究环境压力对炸药点火的影响, 设计了一套高压点火装置及相应的测试系统。实验装置主要由套筒、活塞、密封垫及桥丝组成, 见图 1。

3.2 实验及结果分析

按图 1 结构先将装置底座上装入密封垫, 将桥丝从孔内穿进药室中间, 桥丝采用直径为 0.04 mm、电阻为 1 Ω 的铂丝。在药室上盖上密封垫, 插入活塞, 压平后放在加载装置上施加一定压力。其中密封垫的作用是防止药粒挤入活塞和套筒之间。实验采取固定电

收稿日期: 2003-06-11; 修回日期: 2003-10-29

基金项目: 火炸药燃烧国防科技重点实验室基金资助项目 (99JS. 35. 5. 1. ZS3506)

作者简介: 王淑萍(1964-), 女, 高级工程师, 主要从事炸药应用技术研究。e-mail: zhanghw1@sohu.com

能,即电压值一定,改变加载压力的方法,如发生点火,则压力下降一个台阶,继续实验,直到不点火时为止。同样,如果不发生点火,则压力上升一个台阶,直到点火为止。然后改变电压值,重复上述实验程序。此次对 B 炸药和 TNT 两种炸药进行了初步实验,装药状态为粉状,药量为 0.2 g,实验结果见表 1,其点火阈值与加载压力的关系分别见图 2、图 3。

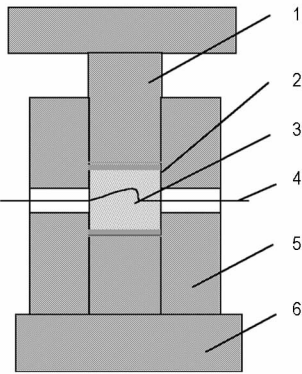


图 1 炸药点火性能实验装置

1—活塞, 2—密封垫, 3—试样, 4—桥丝, 5—套筒, 6—底座

Fig. 1 Test unit of explosive ignition performance

1—piston, 2—airproof mat, 3—sample, 4—bridge thread, 5—sleeve, 6—base

表 1 TNT 和 B 炸药高压点火测试结果

Table 1 Test results of high voltage ignition of TNT and Comp. B

| voltage/V | ignition threshold value/J | loading pressure/MPa | |
|-----------|----------------------------|----------------------|------|
| | | Comp. B | TNT |
| 100 | 0.045 | 99.1 | 77.6 |
| 120 | 0.065 | 82.9 | 68.6 |
| 140 | 0.088 | 72.5 | 65.2 |

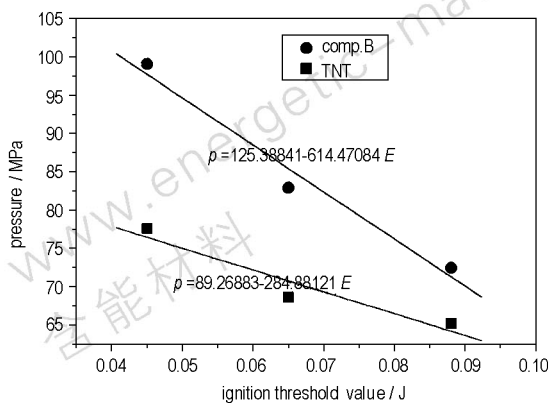


图 2 TNT 与 B 炸药的点火阈值与压力的关系

Fig. 2 Relationship between ignition threshold value and pressure of TNT and Comp. B

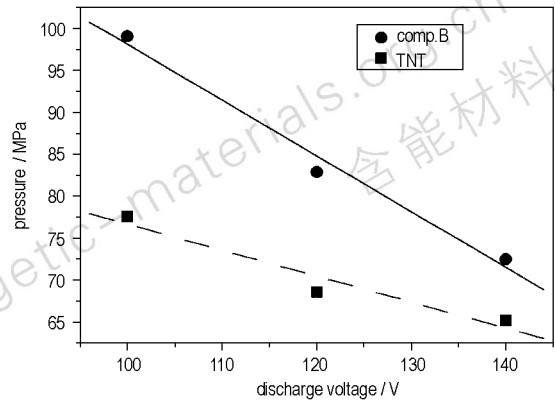


图 3 TNT 与 B 炸药放电电压与压力的关系

Fig. 3 Relationship between discharge voltage and pressure of TNT and Comp. B

从实验现象来看, B 炸药点火时炸药燃烧比较完全,点火阈值较高,与 TNT 相比,声音较为清脆。而 TNT 的点火阈值较低,每次点火后还剩余约 1/3 ~ 1/2 的药未燃烧。这说明 B 炸药不易点火,一旦点火很容易转为爆轰。而 TNT 易点火但不易转爆轰。

从图 2 和图 3 可以看出,无论是 B 炸药还是 TNT,随着加载压力的增大,炸药的点火阈值有明显下降的趋势,即炸药越易于点火。这是因为随着压力增大,试样和桥丝紧密接触度增大,反应热不容易经热传导流失,有利于点火发生。

表 2 是将表 1 的数据经过线性拟合得到的加载压力与点火阈值的关系。

表 2 TNT 与 B 炸药加载压力与点火阈值的关系

Table 2 Relationship between loading pressure and ignition threshold value for TNT and Comp. B

| loading pressure /MPa | ignition threshold value/J | | $\Delta E/J$ |
|-----------------------|----------------------------|---------|--------------|
| | Comp. B | TNT | |
| 60 | 0.10641 | 0.10274 | 0.00367 |
| 70 | 0.09014 | 0.06764 | 0.02250 |
| 80 | 0.07387 | 0.03254 | 0.04133 |
| 90 | 0.05759 | | |

Note: ΔE is the difference of ignition threshold value between Comp. B and TNT in same loading pressure

对表中数据进行拟合,分别得到 TNT 和 B 炸药加载压力 p 与点火阈值 E 的关系式:

TNT $p = 89.26883 - 284.88121E$
 相关系数 $R = 0.91529$

B 炸药 $p = 125.38841 - 614.47094E$
 相关系数 $R = 0.97286$

由表2数据得出,在相同压力下,B炸药的点火阈值高于TNT,随着压力的增加,TNT的点火阈值下降的速度高于B炸药。

3.3 与国外类似实验结果对比

采用高压点火装置,将一定量的电能通过电容放电到位于试样中心的加热丝上。固定电能水平,改变试样环境压力,最后求得该试样50%点火的电能~压力值,改变电能水平,重复上述试验程序,得到一组电能~压力数据。其实验药量为0.75 g,铂丝直径为0.06 mm,电阻值为1 Ω 。实验结果见表3。

表3 美国两种炸药的高压点火试验结果^[1]

Table 3 Test results of high voltage ignition of two kinds of explosive in USA

| sample | voltage/V | power/J | pressure/MPa |
|---|-----------|---------|--------------|
| Comp. B, std | 90 | 0.0288 | 126.6 |
| | 110 | 0.0517 | 96.6 |
| | 130 | 0.0690 | 83.0 |
| | 150 | 0.0950 | 71.0 |
| Comp. B, mod No wax, 1% PS on RDX | 90 | 0.0329 | 133.4 |
| | 110 | 0.0506 | 115.0 |
| | 130 | 0.0678 | 95.1 |
| | 150 | 0.0953 | 79.3 |

对比表1和表3可以看出,两种炸药随着压力的增大,点火阈值线性地减小。将表1、表3的B炸药试验结果对比,两者数据虽接近,但仍存在一定差距,这是因为本研究没有采用真正的上下法,只是把爆与不爆之间的数值粗略地认为是该点的点火阈值,而国外数据是采用上下法得到每一点50%的点火阈值~压力值。对此今后有待于做更深入的工作。

4 结论

(1) 常压下,需要较高的电能才有可能导致TNT与B炸药点火,不同配方的炸药,其点火阈值不同。

(2) TNT与B炸药的点火阈值与环境压力有密切的关系,压力增加,点火阈值下降。

(3) 与TNT相比,B炸药不容易点火,一旦点火则容易转为爆轰,而TNT易点火但不易转爆。

(4) TNT和B炸药在60、70、80 MPa加载压力下的点火阈值分别为0.102 74、0.067 64、0.032 54 J和0.106 41、0.090 14、0.073 87 J。

参考文献:

- [1] Velicky R W, Voigt H W, Nicolaidis S. A holistic approach directed controlling inborn explosions with composition B[A]. 19th ICT[C], 96-5-96-6 1988.

Measurement for the Ignition Threshold Value of the Explosive

WANG Shu-ping, WANG Shi-ying, XIAO Wen, LIU Pei-de

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

Abstract: Using the high-pressure ignition unit, the ignition capability of the TNT and Comp. B to hot-wire was studied in different pre-pressure. The results prove that the environment pressure has some effects on the ignition threshold value of explosive. The ignition threshold values of TNT and Comp. B decrease as the pressure increases.

Key words: explosion mechanics; ignition unit; explosive; pre-pressure; ignition threshold value