

文章编号: 1006-9941(1999)04-0176-04

# 落锤撞击加速度的测试及讨论

胡庆贤, 吕子剑

(中国工程物理研究院化工材料研究所, 四川 绵阳 621900)

**摘要:** 在落锤试验中测量了落锤的撞击加速度, 对几种炸药试验过程中落锤的加速度-时间曲线进行了讨论。

**关键词:** 落锤试验; 撞击加速度

**中图分类号:** TQ560.72

**文献标识码:** A

## 1 引言

测量落锤的撞击加速度不仅可以研究落锤的运动情况, 还可以研究试样在落锤撞击下所发生的变化, 这对试样的判爆、研究试样的爆炸强度及炸药的钝感机理都有重要意义。日下部正夫等人<sup>[1]</sup>研究了落锤撞击加速度的测定方法, 本文对几种试样试验过程中实测的落锤加速度-时间曲线进行了讨论。

## 2 落锤撞击加速度的测定

### 2.1 仪器

1.8m 落锤仪, 锤重  $(5 \pm 0.005)$  kg。标准撞击装置由击柱、击柱套、底座组成。

加速度测试系统: 由 YJ-5 型撞击加速度计、YE5852 型电荷放大器、SZB-2 型三值表及 DAS-820M 高速数据采集和分析系统构成, 其中加速度计安装于落锤顶部。

### 2.2 试验方法

分别选配 5~10 发标准撞击装置, 测量落锤在一定落高下撞击标准撞击装置(空打)时的撞击加速度和撞击加速度-时间曲线( $a-t$  曲线)。

选配 5~10 发标准撞击装置, 取出上击柱, 倒入定量试样  $(50 \pm 1)$  mg, 使其均匀分布在下击柱面上。放入上击柱, 使其徐徐下落接触试样。测试落锤从某一落高撞击试样时的撞击加速度-时间曲线。

## 3 实验结果

### 3.1 落锤“空打”时的撞击加速度

落锤“空打”时所得撞击加速度-时间( $a-t$ ) 曲线如图 1 所示。落锤从不同落高“空打”时,  $a-t$  曲线的峰值不同, 落锤的撞击时间  $t_{ab}$  大致相同, 约  $330\mu\text{s}$  左右。

落锤从不同落高“空打”时的实测撞击加速度峰值  $a_{p-p}$  见表 1。

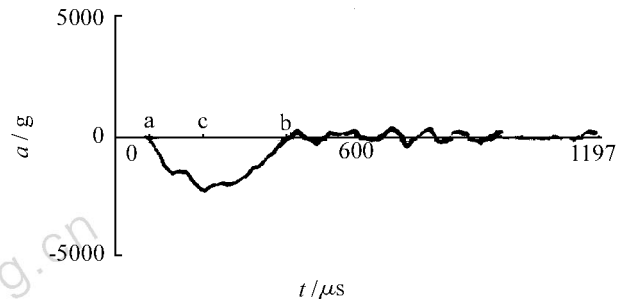


图 1 落锤“空打”时的撞击加速度-时间曲线

Fig. 1 Impact acceleration-time curve of the drop weight under blank test

表 1 落锤“空打”时的撞击加速度峰值

Table 1 Impact acceleration peak of the drop weight under blank test

落高/cm	$a_{p-p}/g$
20	1800
30	2200
40	2700
50	3000
70	3640

### 3.2 落锤撞击几种炸药的撞击加速度-时间曲线

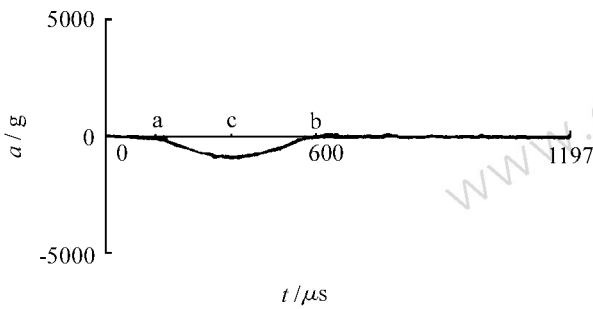
图 2 为落锤在 10 cm 落高撞击 PETN 试样时的撞

击加速度-时间曲线。图 2(1)为试样未爆时的曲线，图 2(2)为试样爆炸时的曲线。

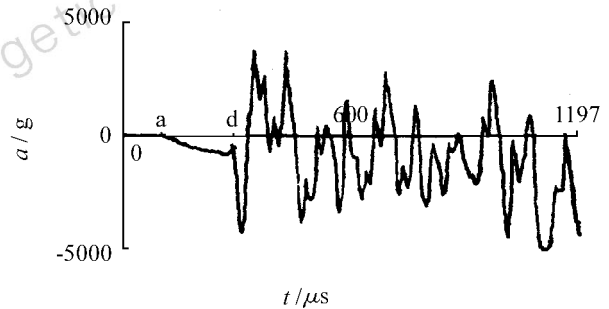
由图 2(1)可见，试样受落锤撞击 220 $\mu$ s 左右时，落锤撞击加速度达到峰值。由图 2(2)可见，试样受到落锤撞击 222 $\mu$ s 左右时，试样发生反应，且反应强烈，

试验中发出较强的爆炸声。

图 3 ~ 图 8 为落锤在 40cm 落高下分别撞击 HMX、RDX、Tetryl、以 HMX 为基的塑料粘结炸药 JO-9159、TNT、JOB-9003 时，所得的撞击加速度-时间曲线。



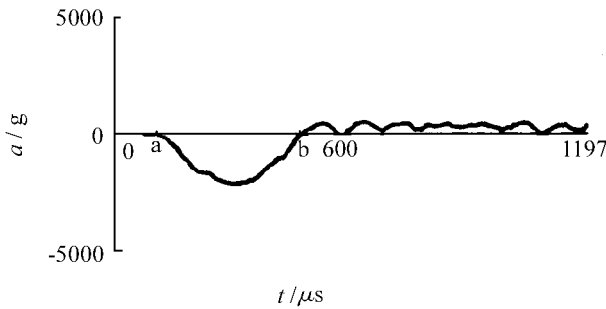
(1) 试样未爆



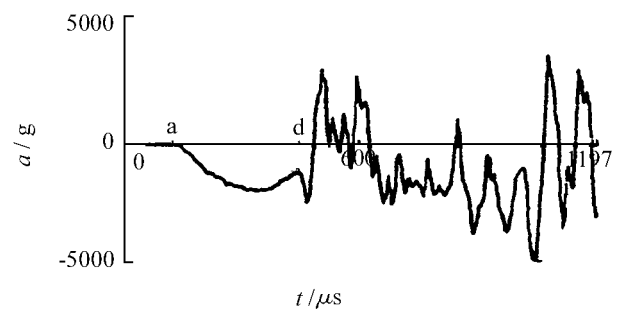
(2) 试样爆炸

图 2 PETN 的撞击加速度-时间曲线 ( $t_{ad} = 222\mu$ s)

Fig. 2 Impact acceleration-time curves of PETN



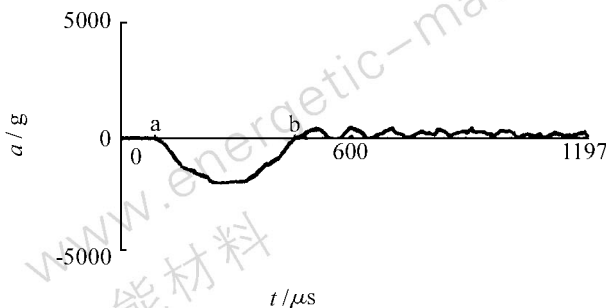
(1) 试样未爆



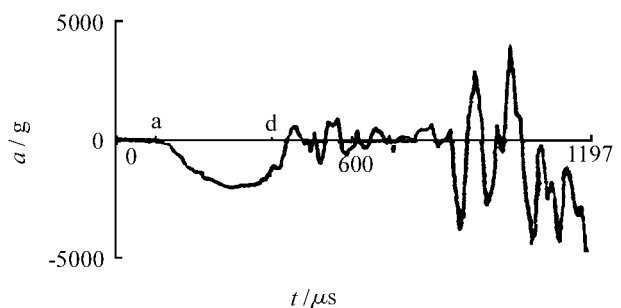
(2) 试样爆炸

图 3 HMX 的撞击加速度-时间曲线 ( $t_{ad} = 303\mu$ s)

Fig. 3 Impact acceleration-time curves of HMX



(1) 试样未爆



(2) 试样爆炸

图 4 RDX 的撞击加速度-时间曲线 ( $t_{ad} = 324\mu$ s)

Fig. 4 Impact acceleration-time curves of RDX

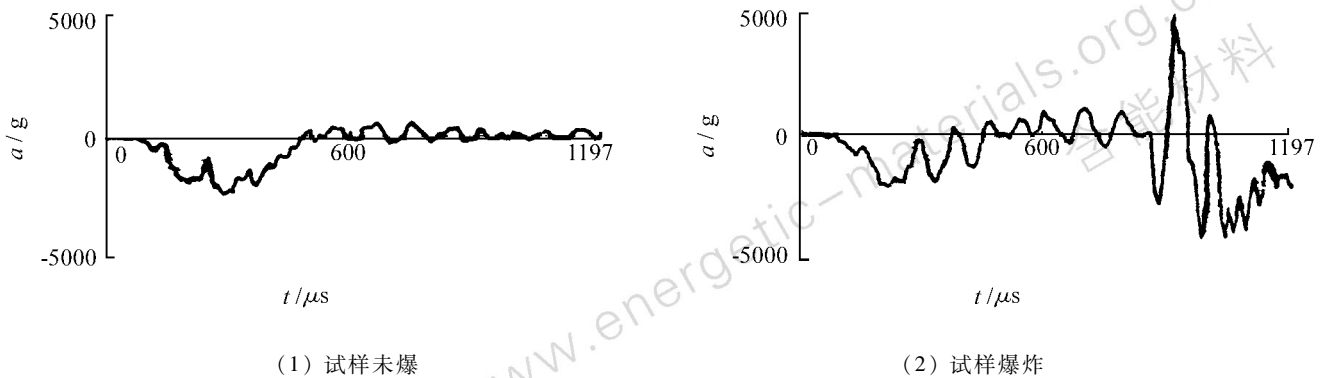


图5 Tetryl的撞击加速度-时间曲线  
Fig. 5 Impact acceleration-time curves of Tetryl

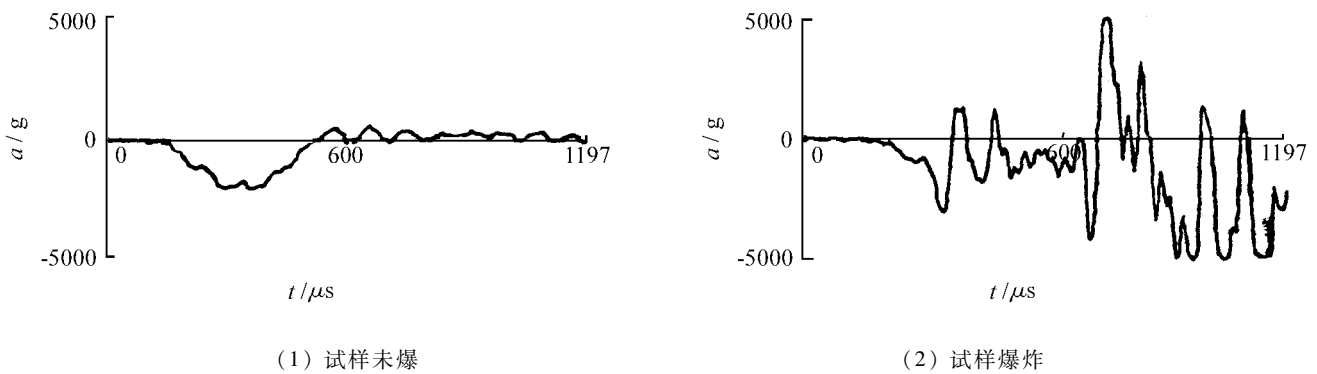


图6 JO-9159的撞击加速度-时间曲线  
Fig. 6 Impact acceleration-time curves of JO-9159

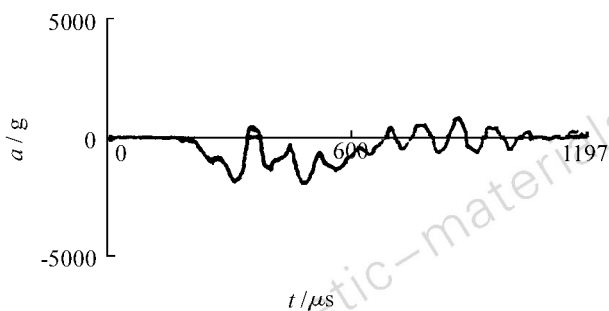


图7 TNT未发生爆炸时的撞击加速度-时间曲线  
Fig. 7 Impact acceleration-time curves of TNT unexploded

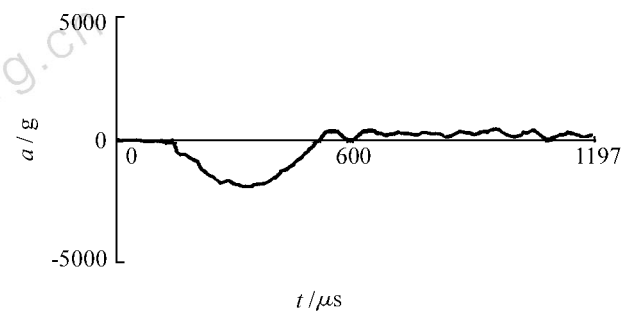


图8 JOB-9003未爆的撞击加速度-时间曲线  
Fig. 8 Impact acceleration-time curves of JOB-9003 unexploded

由图3、图4可见,撞击装置中加入炸药试样后,落锤撞击试样未爆时的撞击加速度峰值比相同高度“空打”时稍低。图3(2)表明,落锤撞击HMX 303 $\mu$ s左右,试样发生较剧烈地反应。随着时间的增加,反应更为剧烈。图4(2)表明,落锤撞击RDX 324 $\mu$ s左右,试样发生反应,其不规则的振动波形表明开始反应时

并不剧烈,经过一段时间后,反应才剧烈地进行。试验中产生了强烈的爆炸噪声。

由图5、图7可见,Tetryl、TNT未爆时的撞击加速度-时间曲线与落锤在相同落高“空打”时的曲线形状不一致,TNT更明显。检查试验后的撞击装置发现,部分试样被挤入击柱、击柱套间的缝隙,有些以半熔化的

状态从击柱、击柱套间的缝隙喷出。

由图6、图8可见,JO-9159、JOB-9003炸药未爆时的撞击加速度-时间曲线与相应落高“空打”的曲线相似。试验中试样未从击柱、击柱套间的缝隙喷出。图6(2)表明JO-9159试样在撞击后发生反应,开始反应时不剧烈,经过一段时间,反应剧烈地进行。

#### 4 讨论

(1) 测试落锤的撞击加速度,为判断试样是否发生反应及反应的剧烈程度提供了依据。

(2) 由于Tetryl、TNT炸药的熔点较低,分别为130℃、80.9℃,故试验中部分试样熔化、产生粘滞流动,造成试样中落锤撞击力下降。在试样被压缩的过程中,出现压力下降及反复加压的情况,而且落锤的撞击时间比相同试验条件“空打”时明显增加。

(3) 与Tetryl及TNT相比,HMX、RDX炸药的熔点较高,分别为278℃、204℃,故试验中(图3、图4)没有明显地熔化、流动现象。在落锤撞击下,炸药颗粒之

间的摩擦、炸药中空气泡的绝热压缩以及在炸药晶体的缺陷处产生热点,可能是造成试样发生爆炸的主要原因。对Tetryl、TNT等低熔点炸药,在落锤撞击下试样部分熔化产生粘滞流动时形成热点,可能是炸药发生爆炸的重要原因。

(4) 本试验中,加速度传感器安装在落锤的顶部,当落锤撞击撞击装置时,落锤顶部压缩波的反射对撞击加速度的测试有一定影响,使测试值偏高。这一问题尚待进一步研究。

致谢:张艳丽同志参加了实验,刘金诚同志对本工作给予大力协助,特此致谢!

#### 参考文献:

- [1] 日下部 正夫·石川昇. 工业火药,1963,24(6): 318 ~ 328.
- [2] 董海山,周芬芬编. 高能炸药及相关物性能[M]. 北京: 科学出版社,1989.

## Determination of Impact Acceleration in Drop Weight Test

HU Qing-xian, Lü Zi-jian

(Institute of Chemical Materials, CAEP, Mianyang 621900, China)

**Abstract:** The curves of impact acceleration vs time of some common explosives were experimentally determined in drop weight test. The apparently different shapes given by the low melting point explosives like Tetryl and TNT, and those given by high melting point HMX and RDX seem to agree with the process in hot point formation. These results show that the determination of impact acceleration in drop weight test would give a criterion to judge the response of the tested sample.

**Key words:** drop weight test; impact acceleration