

# 撞击感度实验中爆炸噪声的测定及应用

胡庆贤 花 成

(中国工程物理研究院化工材料研究所, 成都 610003)

**摘要** 介绍了炸药撞击感度实验中炸药爆炸噪声的实验结果及试验药量与爆炸噪声的关系。通过几种低感、钝感炸药的撞击声压级-试验药量的关系曲线, 讨论了这些配方的撞击感度。

**关键词** 低感炸药 钝感炸药 爆炸噪声 撞击感度

## 1 前言

测定撞击感度试验中试样的爆炸噪声, 不仅对控制噪声, 保护操作人员的健康, 提高工作效率有重要意义, 而且对试样的判爆, 研究炸药的钝感机理, 也有重要意义。洛斯-阿拉莫斯国家科学实验室在落锤实验中, 用电子检测仪器判爆, 此仪器的阈值是用一种标准炸药(一般是 TNT)来调整, 使位于落锤撞击仪标尺的一个固定点上<sup>[1]</sup>。Brosse<sup>[2]</sup>等人在不敏感炸药药片的撞击感度试验中, 用传声器、放大器、峰值保持器、记忆示波器等测试爆炸噪声, 测定声级-落高曲线, 得到了与苏珊试验平行的结果。Bowers<sup>[3]</sup>等人在研究 RDX 的撞击感度和钝感机理时, 用声响记录仪观察、记录撞击试验中瞬间爆炸的声压随时间的变化, 研究了不同配方的炸药试样产生的爆炸声强。我国在机械撞击感度测试中, 也将测试试样的爆炸噪声作为判爆的检测方法之一<sup>[4]</sup>, 在药片撞击感度试验中, 用药片的声压级-落高曲线评价炸药的感度<sup>[5]</sup>。

关于炸药爆炸噪声的测定, 已有很多报导。金子良昭<sup>[6]</sup>等人在落锤仪安装消音筒前后, 分别测定了落锤试验的试样爆炸噪声, 评价了消音筒的隔音效果。齐藤 照光<sup>[7]</sup>等人对砂中爆破时产生的爆炸噪音进行了大量的研究, 分别建立了噪音水平与砂层厚度、测点至噪声源的距离与炸药药量的函数关系。但有关落锤试验中炸药爆炸噪声与药量的关系的报道尚很少。本文报道了落锤实验中炸药爆炸噪声的测试结果, 提出了试验药量与爆炸噪声的关系式, 测定了几种低感、钝感炸药的撞击声压级-试验药量关系曲线, 发现用撞击声压级-试验药量曲线可以评价这些炸药的撞击感度, 并可作为评价炸药在落锤撞击下反应的激烈程度、释放出能量多少的手段。

## 2 仪器、设备及实验室条件

1. 8m 落锤仪, 锤重  $5 \pm 0.005\text{kg}$ ; 标准撞击装置, 由击柱、击套和底座组成。落锤仪导轨安装在实验室的墙上, 实验室容积  $5.5\text{m} \times 3.2\text{m} \times 4\text{m}$ , 落锤撞击点距地

面 90cm,在钢砧周围安装了 5mm 厚的有机玻璃防护罩,尺寸为 50cm×40cm×44cm。实验室内有通风管道,管口接在防护罩上。用脉冲精密声级计测量试样爆炸噪声的最大有效值;仪器的电容传声器放在高 1m、距声源 1m 的位置上。

### 3 实验方法

#### 3.1 实验室本底噪声和落锤“空打”噪声的测定

调好脉冲精密声级计,在不通风设备和开启通风设备时,测定试验室的本底噪声。将撞击装置放在落锤仪钢砧上的定位套内,在开启通风设备的情况下,测定落锤冲击撞击装置的声压级;取 10 次试验的平均值作为落锤在该高度下试验的撞击声压级。改变落高,重复上述试验,测定不同落高下试验的声压级。

#### 3.2 试样爆炸声压级-实验药量关系的确定

选配一组(25 发)撞击装置。取出上击柱,倒入定量炸药(准至±0.5mg),使其均匀分布在下击柱面上,放入上击柱,使其徐徐下落至接触炸药。

调好脉冲声级计,将装好药的一组撞击装置逐次放到落锤仪钢砧上的定位套内,使底座与钢砧顶面紧密接触,让落锤从 1100±1mm 落高自由落下进行试验,观察试样是否全爆(击柱工作面上无残存炸药),记录试样的爆炸声压级,并计算全爆数据的声压级平均值,以此作为与该药量对应的爆炸声压级。

改变试验药量,重复上述试验,求出试样爆炸声压级与实验药量的关系。

#### 3.3 钝感炸药撞击声压级-实验药量关系的确定

实验方法与 3.2 类同。为了比较钝感剂的钝感作用,在上述实验中,取 25 发试验(其中包括爆炸不完全的和未爆的)声压级的平均值,作为与该药量对应的撞击声压级。

### 4 实验结果

#### 4.1 实验室本底噪声和落锤“空打”噪声测试结果

实验室本底噪声、落锤“空打”噪声测试结果如表 1、表 2 所示。

表 1 实验室本底噪声测试结果

Table 1 Background noise level in laboratory

	声压级/dB 线性	声级/dB		
		A	B	C
不开通风设备	62~66	—	—	—
开启通风设备	72~74	61~62	67~69	70~72

表 2 落锤“空打”噪声测试结果

Table 2 Noise level of dropping weight impacting at blank test

落高/cm	声压级/dB
20	99.1
40	101.1
60	102.7
80	103.6
100	104.8
110	107.1

注:测试条件为锤重 5kg,标准撞击装置,风机开启。

由表1、表2可见,在开启通风设备的情况下,实验室本底噪声为72~74dB,是低频噪声;落锤的“空打”噪声为99~107dB,高于实验室本底噪声20dB以上。所以,试验中可以不考虑实验室本底噪声对试样爆炸噪声的影响。

#### 4.2 试样爆炸声压级-试验药量

##### 关系测试结果

固定落高下,测试不同炸药的爆炸声压级与实验药量的关系,其结果如图1所示。由图1可见,所试的几种炸药的爆炸噪声都随试验药量的增加而增加。在试验药量较少时,声压级随药量的增加变化较大。爆炸噪声声压级与药量的关系式表示如下:

$$L = a \ln W + b \quad (1)$$

式中:  $L$  为试样爆炸声压级, dB;  
 $W$  为试验药量, mg;  $a, b$  为待定系数。

将图1所示的几种炸药的测试结果代入(1)式,求出  $a, b$  和相关系数  $R$ , 结果如表3所示。

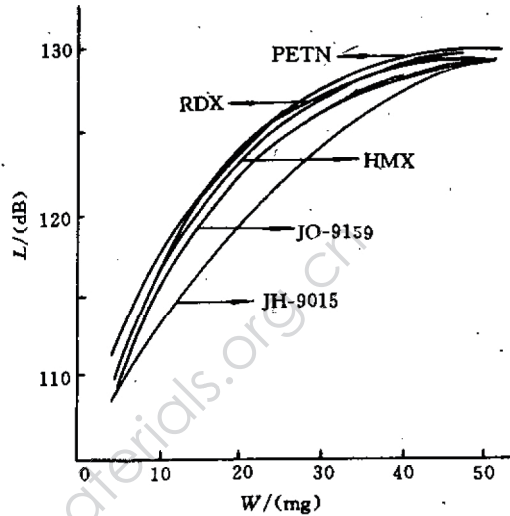


图1 几种炸药的撞击爆炸噪声-试验药量曲线

Fig.1 Curves of the relationship between explosion noise and sample weight

表3 几种炸药的  $a, b$  和  $R$  值

Table 3  $a, b$  and  $R$  of some explosives

试样名称	组分	$a$	$b$	$R$
HMX	—	8.837	96.53	0.9986
RDX	—	9.709	93.58	0.9941
PENT	—	7.805	100.25	0.9993
JO-9159	HMX/粘结剂 95/5	9.361	93.89	0.9944
JH-9105	RDX/粘结剂 95.59/4.41	9.913	92.99	0.9950

由表3可知,用(1)式可以较好地表示落锤实验中试验药量与爆炸噪声的关系。

#### 4.3 低感、钝感炸药撞击声压级-实验药量关系

几种低感、钝感炸药的撞击声压级-实验药量曲线如图2~图4所示。为了进行比较,图2、图3中分别画出了HMX、RDX的爆炸声压级-实验药量曲线。所试炸药的落锤撞击感度测试结果如表4所示。

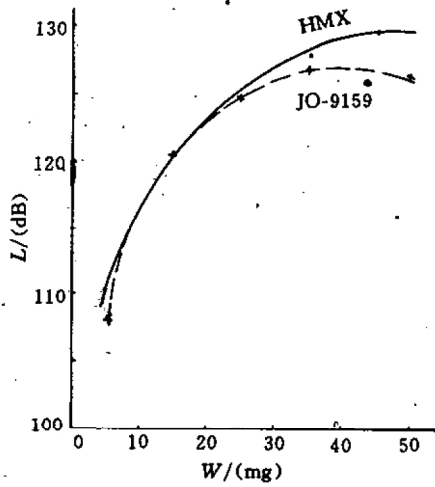


图2 HMX、JO-9159炸药的声压级-试验药量曲线

Fig. 2 Sound pressure level vs. sample weight of HMX and JO-9159

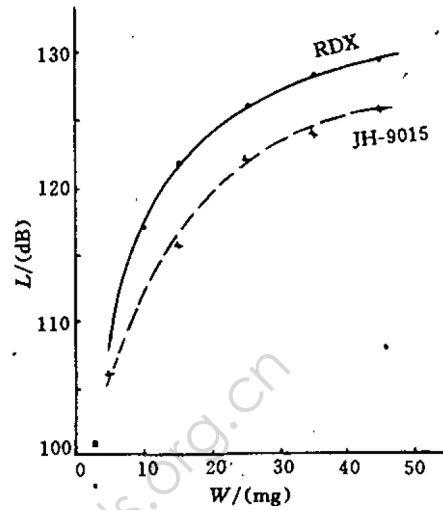


图3 RDX、JH-9015炸药的声压级-试验药量曲线

Fig. 3 Sound pressure level vs. sample weight of RDX and JH-9015

表4 几种炸药的撞击感度测试结果

Table 4 Impact sensitivity of some explosives

试样名称	组分	爆炸概率 (%)
JO-9159	HMX/粘结剂 95/5	15
JH-9105	RDX/粘结剂 95.59/4.41	31
JOB-9003	HMX/TATB/粘结剂 87/7/6	0
JOB-9014	TATB/HMX/Kel 63/27/10	8
JOB-9001	TATB/HMX/粘结剂 80/15/5	4
JB-9001	TATB/粘结剂 95/5	0

注:测试条件为锤重10kg,落高 $250 \pm 1$ mm,试样量 $50 \pm 1$ mg,标准撞击装置。

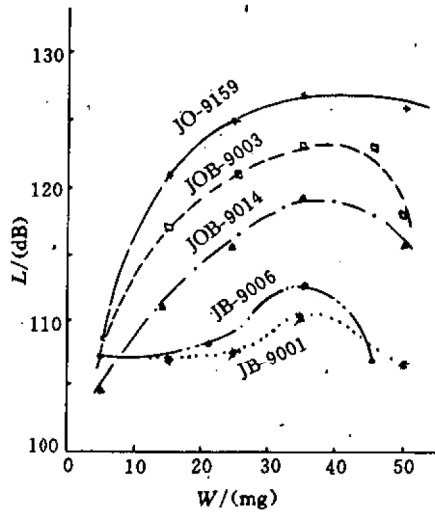


图4 几种低感、钝感炸药的撞击声压级-试验药量曲线

Fig. 4 Impact sound pressure level vs. sample weight of some less sensitive and insensitive explosives

由图2、图3可见,单质炸药中加入粘结剂等附加物后的撞击声压级,几乎都低于相同条件下测得的单质炸药的爆炸声压级,在试验药量较多时,两者的差别更明显。



图4主要是以HMX为基的几种低感、钝感炸药的撞击声压级-落高曲线。由图4可见,每条曲线上都有峰值。当试验药量较少时,其声压级随药量的增加而增加,当药量增加到一定值后,声压级随药量的增加而降低。当配方中附加物增加时,特别是配方中含TATB较多时,曲线的峰值明显降低。表明在落锤撞击下,试样的反应量和反应的激烈程度都随配方中TATB含量的增加而减少,试样变钝感。

## 5 讨论

5.1 图1~图4所示炸药的爆炸噪声一般都在115dB以上,有的已达到130dB,强爆炸噪声危害人的听力和健康,从事感度工作的人员,在近距离操作时,使用耳塞、耳罩等防护用品是非常必要的,或进行隔离操作,以防爆炸噪声的危害。

5.2 由图4、表4可见,用比较炸药撞击声压级-实验药量曲线的方法,可区分所试的低感、钝感炸药的撞击感度。特别是对配方中含50%以上TATB的炸药,在落锤实验中,用本文所述的撞击装置,测试炸药的爆炸概率或测试炸药50%爆炸特性落高,都难以区分这些炸药感度的高低,而用上述方法,可对这些炸药的感度进行评价。

5.3 TATB具有像石墨那样的层状结构。在落锤试验、枪击试验、苏珊试验、滑道试验、以及其他大型试验中,都显示了良好的安全性<sup>[8]</sup>。由图4、表4可见,TATB对HMX有一定的钝感作用,可作为活性钝感剂使用。当配方中含50%以上TATB时,炸药明显变钝感。

5.4 由图4可见,在试验药量小于35mg时,声压级随试验药量的增加而增加。随试验药量的增加,虽然受试炸药中粘结剂和钝感剂(包括TATB,以下同)的量增加了,但单质炸药HMX的量也相应地增加了,所增加的钝感剂的量还不能有效地阻止试样中热点的产生或传播,仍有较多的试样发生反应,表明试样对撞击较敏感。在试验药量较多时,特别是在40~50mg范围内,声压级随试验药量的增加而降低,表明钝感剂似乎有效地阻止了试样的反应。钝感剂的钝感作用越强,试样在落锤撞击下的撞击声压级降低越多。因此,用撞击声压级-实验药量曲线也可评价钝感剂的钝感性能。

5.5 评价炸药在撞击下发生意外爆炸的危险性,不仅应考察炸药在撞击作用下是否容易点火,而且对于点火后是否发生激烈的反应,以及反应放出能量的多少,也是十分值得重视的问题。点火后易引起强烈的反应,甚至发生爆轰,释放出大量能量的炸药,发生意外事故后,造成的危害更大。比较试样在落锤撞击下产生的声压级的大小,可知试样在落锤撞击下反应的激烈程度,因而,用撞击声压级-落高曲线能较好的评价炸药在撞击作用下发生爆炸的危险性和危害性。

甘绍清、张艳丽等同志参加了本工作,在此表示感谢。

## 参 考 文 献

- 1 Gibbs T R 著. 九〇三所情报室译. LASL 炸药性能数据手册. 1982.
- 2 Brosse J M. Laboratory Scale Sensitivity Testing of Insensitive High Explosives. Proc. of the 7th Int. Symp. on Detonation, 1981, 965-9
- 3 Bowers R C, Romans J B, Zisman W A. Mechanisms Involved in Impact Sensitivity and Desensitization of RDX. Ind. Eng. Chem. Prod. Res. Develop., 1973, 12(1)
- 4 GJB772. 206-89.
- 5 GJB772. 209-91.
- 6 金子良昭等. 落球打擊感度試験における消音筒の効果. 工業火薬. 1989, 50(2): 119~123
- 7 斎藤 照光等. 砂中爆発法の性質と応用(N). 爆薬による鉄棒切断における川砂の防音効果. 火薬保安. 1988, 20(4): 17~21.
- 8 UCID-17808.

## RELATIONSHIP BETWEEN EXPLOSION NOISE AND THE SAMPLE WEIGHT IN IMPACT SENSITIVITY TEST

Hu Qingxian Hua Cheng

(Institute of Chemical Materials, CAEP, Chengdu 610003)

**ABSTRACT** The experimental results of explosive impact sensitivity test and the relationship between explosion noise and sample weight is discussed. The sensitivity of some less sensitive and insensitive explosives are evaluated by means of their impact sound pressure level vs. sample weight curves.

**KEYWORDS** explosion noise, impact sensitivity, insensitive explosive, less sensitive explosive.



**作者简介** 胡庆贤(Hu Qingxian), 1964年毕业于山东大学化学系, 现在中国工程物理研究院化工材料研究所任副研究员。一直从事炸药机械感度方面的研究工作, 曾在《科技学报》等刊物上发表了数篇论文。