

炸药摩擦感度测试方法的讨论

胡庆贤

(中国工程物理研究院化工材料研究所, 成都 610003)

摘要 讨论了炸药摩擦感度的试验结果, 将其与滑道试验的结果进行了比较, 结果表明, 试样的颗粒度、试样在受摩擦前被挤出滑柱工作面的量, 是影响测试结果的重要因素。

关键词 含能材料 滑道试验 摩擦感度 炸药

中图分类号 TQ560

1 引言

炸药的摩擦感度、滑道试验, 对了解炸药在生产、运输、加工中的安全性都有重要意义。炸药的摩擦感度试验, 由于用药量少、操作简单, 在炸药配方的研制中普遍被采用。而滑道试验需要靶场、较复杂的测试仪器及用量较大的炸药, 一般只用于炸药配方定型试验。本文报道了摩擦感度试验及滑道试验的结果并对两者进行了比较。讨论了试样颗粒度对摩擦感度的影响, 及试验中需解决的问题。

2 试验简介

摩擦感度试验按国家军用标准^[1]规定进行。

2.1 取不同颗粒度的试样按规定装药并起动加压装置, 使其压力达到规定值。卸压后取出摩擦装置, 观察试样被压的状态并拍摄照片(见图1a, b)。

2.2 取出摩擦装置后, 将被挤出滑柱工作面的炸药收集在一起, 称重(准至1mg)。

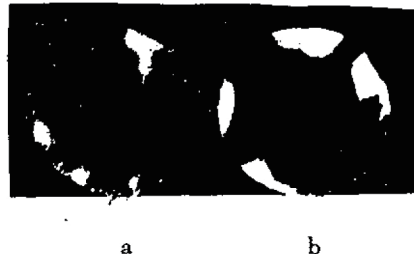


图1 不同颗粒度的JO-9159造型粉压制的药片

a. 粒度0.44~0.9mm; b. 粒度0.9~1.0mm

Fig.1 The compressed pellet of JO-9159 with particle size:

a. 0.44~0.9mm, b. 0.9~1.0mm

3 试验结果

3.1 粒度对试验结果的影响

摆角90°, 表压3.92MPa, 试验药量分别为20mg和30mg, 几种高能炸药的摩擦感度测试结果如表1所示。

由表1可见, 试验药量的变化对JO-9159、JOB-9003的测试结果影响较大, 但几种炸药

测定的感度次序基本一致。表2列出了几种炸药的滑道试验结果^[4]。由表1和表2可见,用摩擦感度仪测定的几种炸药的摩擦感度顺序,和滑道试验测试的感度顺序大体一致。摩擦感度试验表明,JO-9159在所示的几种塑料粘结炸药中感度较高,滑道试验也表明它感度较高。以14°撞击角、在落高0.76m试验时,发生一级反应。在1.52m试验时,试样发生爆轰。JOB-9003炸药的摩擦感度比JO-9159低,在滑道试验中也表现出比较钝感。以14°撞击角、在落高3.05m试验时,仅发生一级反应。在落高6m试验,也只有发生二级反应。JB-9014炸药的摩擦感度为零,滑道试验也表明它是钝感的。以14°撞击角、在落高6m试验时,试样无反应。

由表1可见,用90°-3.92MPa-20mg条件测试JO-9159、JOB-9003、MT-5等塑料粘结炸药的摩擦感度,爆炸百分

数明显不同。用此条件可以区分某些高能炸药摩擦感度的高低。由于摩擦感度试验所用药量较少,对粒度较大的炸药试样,20mg炸药往往不能铺满滑柱工作面。

图1(a,b)是由20mg颗粒直径分别为0.44~0.9mm和0.9~1.0mm的JO-9159炸药按上述试验条件(3.92MPa)压制的药片。由图可见,药片不能铺满滑柱工作面。试样粒度越大,药片不能铺满滑柱工作面的现象愈严重。试验中由于一部分滑柱工作面上没有炸药,在相同的挤压应力下,必然使有炸药部分的滑柱工作面上所承受的压力增加,易引起试验结果偏高。

采用30mg装药能较好地解决这一问题,当试样粒度在0.9mm以下时,对感度较高粒度较大的试样,压制的药片一般也可铺满滑柱工作面。但对一些低感、钝感炸药,由于测得的爆炸百分数接近或等于零,无法比较它们摩擦感度的高低。

3.2 试样受摩擦前从滑柱工作面的喷出量对试验结果的影响

在摆角96°、表压4.90MPa、30mg试样条件下,几种高能炸药的摩擦感度如表3所示。

表1 摆角90°-3.92MPa条件下几种炸药的感度测试结果

Table 1 Friction sensitivity of some explosives under pendulum angle 90° and nominal pressure 3.92MPa

试样名称	配 方	爆炸百分数/%	
		20mg	30mg
BTNEN ¹⁾	-	100	-
HMX	-	92~100	-
JO-9159	HMX/粘结剂 95/5	56	15
JOB-9003	TATB + HMX/粘结剂 94/6	24	5
Tetryl	-	12	-
M30	HMX/NQ/粘结剂 50/45/5	-	0
MT-5	HMX/TATB/粘结剂 44/50/6	6	0~4
TNT	-	4	0
JB-9014	TATB/粘结 95/5	0	0
TATB	-	0	0

注: 1) Bis(2,2,2-trinitroethyl-N-nitro) ethyldiamine.

表2 几种炸药的滑道试验结果

Table 2 Skid test results of some explosives

炸药名称	落高/m	试验现象	反应级别
JO-9159	0.76	靶板有烧痕	1
JO-9159	1.07	靶板有明显烧痕	2
JO-9159	1.52	爆轰	6
JO-9159	6.12	爆轰	6
JOB-9003	3.05	靶板有烧痕	1
JOB-9003	4.30	靶板有明显烧痕	2
JOB-9003	6.00	靶板有明显烧痕	2
JB-9014	6.00	靶板未见烧痕	0

注: 试样是在惰性材料半球顶端, 嵌入 $\varnothing 80\text{mm} \times 50\text{mm}$ 炸药柱加工而成。

由表 3 可见,用 96° -4.90MPa-30mg 条件试验,能将表 3 所列炸药的摩擦感度区分开。但试验中发现,有些试样在滑柱套内加压至规定压力后,当将分离器钩手柄搬至左端使滑柱套下降至试样露出套外时,往往有试样被挤到二滑柱工作面外,压力表指示出压力下降。图 2 为 30mg TATB 炸药在滑柱套内加压至 4.90MPa 后拉分离器钩,炸药喷出滑柱工作面的照片。由图 2 可知;虽然 TATB 在加压时是在滑柱套内成型,但由于受到高挤压应力作用,拉分离器钩后,仍有大量的 TATB 被挤出(或喷出)滑柱工作面。表 4 示出几种高能炸药在加压至 4.90 MPa 拉分离器钩后被挤出滑柱工作面的药量。

由表 4 可见,由于拉分离器钩时,有相当量的炸药被挤出滑柱工作面。滑柱工作面间受试炸药的药量大大减少,将使摩擦感度的测试结果偏高。这种现象在测试配方中含有大量 TATB 的炸药时更明显。

炸药在试验中被挤出滑柱工作面的现象不仅在高挤压应力时发生,在挤压应力较低时,有些炸药也出现这种现象。如在 80° -2.45MPa-20mg 条件下,测试了太安和两种热固性炸药,其结果如表 5 所示。

表 3 96° -4.90MPa-30mg 条件下几种炸药的摩擦感度测试结果

Table 3 Friction sensitivity of some explosives under pendulum angle 96° and nominal pressure 4.90MPa

试样名称	爆炸百分数/%
JOB-9003	96,96
JOB-9013	68,68
M31	36,44
M30	24,12
TATB	0,0

注: M31 配方为 HMX/NQ/粘结剂60/35/5。



图 2 加压至 4.90MPa 下拉分离器钩时 TATB 被挤出的照片

Fig. 2 TATB squeezed out from the test rollers when compressed up to 4.90MPa

表 4 几种炸药在 4.90MPa 搬分离器钩时被挤出的药量

Table 4 Quantities of several explosives squeezed out from the test rollers under 4.90MPa

试样名称	试验条件	被挤出滑柱工作面的药量/mg
TATB	30mg 试样在滑柱套内加压至	9.0,7.3,6.6,5.9,7.0,9.5,10.5
JOB-9013	4.90MPa,搬分离器钩使滑柱套	9.0,10.5
PBX-6327	下降至试样露出套外	3.3,1.3

注: PBX-6327 配方为 TATB/HMX/Kel-F 63/27/10。

表 5 80°-2.45MPa-20mg 条件下几种炸药的摩擦感度

Table 5 Friction sensitivity of some explosives under pendulum angle 80° and pressure 2.45MPa

试样名称	配 方	爆炸百分数/%
PETN		8
GI-920	PETN/SI-2-9 80/20	100,96
SMP	PETN/SM-5 76/24	100,100

由此可知:在太安炸药中加入 20% 以上较软的非爆炸性物质(SI-2-9, SM-5),感度却比太安高出许多,这是因为在加压至规定压力拉分离器钩后,有 30% 左右的炸药被挤出滑柱工作面,在摆锤撞击击杆时,仅有少量炸药承受摩擦,这是使爆炸百分数明显增加的重要原因。

4 讨 论

4.1 炸药的摩擦感度试验,主要是研究试样与金属之间的摩擦。因此,要求试样为一薄层。按目前称取定量试样的办法,由于试样的松装密度不同,而较难实现。特别是塑料粘结炸药,当试样颗粒度较大时,用 20mg 试样压制的药片往往铺不满滑柱工作表面。为了使二滑柱工作面之间有一薄层受试炸药,作者认为,有必要对试样的体积及粒度作出规定。

4.2 试验中,在未受摩擦作用前试样已被挤出滑柱工作面,将使测试结果偏高。特别是在高挤压应力下测试试样中含有大量 TATB 的炸药感度时,这种情况更为突出。因此,作者认为深入研究试验中试件易被挤出滑柱工作面的炸药以及含大量 TATB 或以 TATB 为基的炸药的摩擦感度测试方法是十分必要的。

4.3 在炸药摩擦感度测试中,试样仅受到摩擦作用。在滑道试验中,试样在与靶板撞击时,不仅受到摩擦作用,还受到一定的撞击力的作用。因此,摩擦感度测试结果与滑道试验结果仅表现出大致的一致性。

4.4 在炸药的摩擦感度测试中,仅区分试样是否发生“爆炸”,不区分试样反应的程度。因此,试验结果仅表明试样在受摩擦作用时是否容易点火。爆炸百分数相同的两种炸药,受摩擦作用时,试样反应的程度可能不同。而滑道试验中不但能测试试样是否容易被点火,而且能测试出试样反应的激烈程度。能较全面地评价炸药在受撞击、摩擦时的敏感程度。

4.5 进行滑道试验需要靶场、较复杂的仪器以及用药量较大的炸药试样。因此,对一种炸药,不可能做很多发试验。而摩擦感度试验则操作简单、所需药量少,特别是可以做大量的重复试验,很适合作为炸药合成和配方研究中的感度测试。研究摩擦感度试验结果和滑道试验结果之间的关系,对炸药配方的研究有重要意义。

致谢:邢泽文、张艳丽参加了试验工作,李敬明为本文拍摄照片,特此致谢。

参 考 文 献

- 1 GJB 772.208-91.
- 2 UCRL-14952
- 3 Gibbs T R 著. LASL 高能炸药性能数据手册. 中国工程物理研究院化工材料研究所情报室译. 中国工程物理研究院化工材料研究所. 1982.
- 4 张俊隆等. JB-9001 滑道试验(待发表).

DISCUSSION ON THE EXPERIMENTAL METHOD OF EXPLOSIVE FRICTION SENSITIVITY

Hu Qingxian

(*Institute of Chemical Materials, CAEP, Chengdu 610003*)

ABSTRACT The experimental results of friction sensitivity of explosives are discussed and compared with those obtained from skid tests. It is found that the sensitiveness sequence of some explosives obtained from friction test and skid test are basically agreed with each other, and the particle size of sample and their quantity squeezed out from the test rollers are important factors influencing the test results.

KEYWORDS energetic materials, explosive, friction sensitivity, skid test.