

# TATB 摩擦感度试验中滑柱表面 呈色的原因分析

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** TATB 药片经摩擦感度试验后,在滑柱的工作表面会产生一定程度的彩色花斑。为了弄清楚这是不是由于 TATB 点火造成的,作者在摩擦仪上以不同的条件用试验工具压制了 TATB 药片,然后对滑柱的工作面以及药片表面进行了检验。红外光谱分析的结果表明,尽管在某些条件下滑柱表面产生了不同的色斑但并没有发生任何化学反应,而是在压药端面形成了一层 TATB 薄膜,由于光干涉的作用形成了彩色。作者还对 TATB 的钝感作用进行了一些讨论。

**关键词** TATB 摩擦感度 颜色 炸药

## 1 前 言

TATB 是一种黄色多晶形物,暴露在太阳光或紫外光下变为淡绿色。延长暴露时间,最终变暗棕色至黑色<sup>[1]</sup>。TATB 在自然光的照射下,也会慢慢由黄色变为淡绿色,后又变为深绿色。在高温 200℃ 以上渐变为土黄色、黄黑色。用 WM-1 型摩擦感度仪、标准滑柱、滑柱套,在 96°-4.90MPa-30mg 或 90°-3.92MPa-30mg 条件下测定 TATB 的摩擦感度时,滑柱工作面亦呈现出颜色,易造成对试验结果的误判。该现象尚未见报道。本文针对这一问题进行了试验,并对试验结果以及 TATB 的钝感作用进行了讨论。

## 2 试 验

试验在 WM-1 型摩擦感度仪上进行。摩擦感度仪、滑柱、滑柱套均符合图纸要求。试验用 TATB 经 180℃ 高温处理,呈黄色。

**2.1** 取滑柱、滑柱套装配成摩擦装置,以 10 发为一组。取出上滑柱,分别将准确称量的 30mg TATB 炸药倒入其中,放入上滑柱,使其接触试样,轻轻转动一二圈,以利试样均匀分布在下滑柱的工作面上。

**2.2** 将装好药的摩擦装置分别放入摩擦仪爆炸室内的待试位置,使分离钩手柄处于右端(反时针转到底),起动油压机,当压机表压达到 3.92MPa 时,卸压取出摩擦装置。观察 TATB 药片及与 TATB 接触的滑柱工作面的颜色。此试验中的试验条件称条件 I。

**2.3** 按 2.1 条所述装药,将分别装好 30mg TATB 的 10 发摩擦装置依次放入摩擦仪爆炸

室内的待试位置,使分离钩手柄处于右端,起动油压机,当压力达到 3.92MPa 时,将分离钩手柄顺时针转到底(若压力表指示压力下降,再加压至 3.92MPa),卸压,取出摩擦装置,观察 TATB 药片及滑柱工作面的颜色。此试验中的试验条件称条件 II。

2.4 用镊子夹一清洁小棉球,蘸上丙酮,轻轻擦拭滑柱工作面。观察棉球和滑柱工作面的颜色。

### 3 实验结果

3.1 按条件 I 压制 TATB 药片时,试样在滑柱套内被加压,当达到规定压力后,因不拉分离钩,试样始终被限制在两滑柱工作面和滑柱套之间,全部试样都被压成药片。卸压后滑柱工作面上不呈现颜色。而按条件 II 试验时,虽然试样在滑柱套内被加压,但当达到规定压力后,由于拉了分离钩,滑柱套的上端面被分离钩压至两滑柱工作面(中间夹着 TATB)以下,此时可观察到压力表指示的压力下降,有时还伴随清脆的声响。有一部分 TATB 被挤出两滑柱工作面外。按条件 II 试验后滑柱工作面上出现了颜色。

3.2 图 1 自左到右分别示出未使用过的滑柱及按条件 I、条件 II 压制 TATB 药片时使用过的滑柱的照片。其工作面均向上。由图 1 可见,未使用过的新滑柱和按条件 I 压制 TATB 药片后的滑柱,其工作面上均未出现颜色;只有按条件 II 压制 TATB 后,滑柱工作面上才出现颜色,主要有绿色、蓝色、紫色、黄色,在极个别情况下出现红色等,呈带状。



图 1 未使用的及使用过的滑柱工作面

1——未使用过的滑柱工作面; 2——按条件 I 压制 TATB 时使用过的滑柱工作面;  
3——按条件 II 压制 TATB 时使用过的滑柱工作面。

Fig.1 Used and unused working surfaces of steel pillars

1——Unused working surface of the steel pillar, 2——Used working surface of the steel pillar under condition I,  
3——Used working surface of the steel pillar under condition II.

3.3 图 2~图 6 分别示出未使用过的滑柱工作面、按条件 I 压制的 TATB 的药片表面和使用过的滑柱工作面、按条件 II 压制的 TATB 药片表面和使用过的滑柱工作面的傅里叶

红外光谱图。在上述傅里叶红外光谱测试中,凡工作面变色者,都选变色最明显的部位进行试验。由图2~图6可见,在压制TATB时,按条件I试验后,其滑柱工作面与未使用过的滑柱工作面一样,光谱图上没有TATB的特征;不论在那种条件下压制的TATB药片,其结构成分均没有变化;如按条件II试验,则滑柱工作面的光谱图上有TATB成分,这表明滑柱工作面上粘附有TATB。

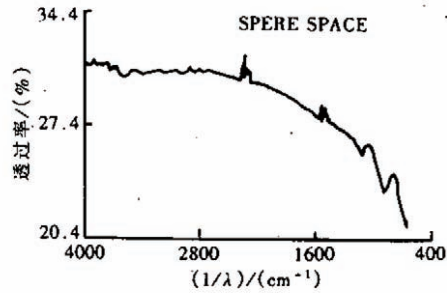


图2 未使用过的滑柱工作面的红外谱图

Fig.2 IR spectrum of the unused steel pillar working surface

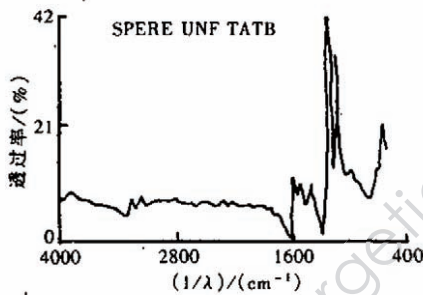


图3 用条件I压制的TATB药片表面的红外谱图

Fig.3 IR spectrum of the surface of TATB pellet compressed under condition I

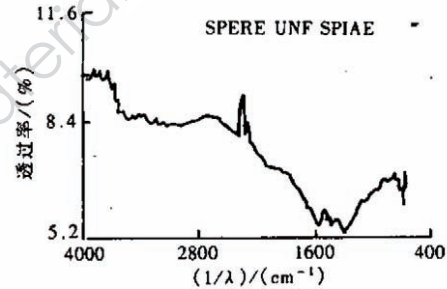


图4 用条件I压制TATB药片时使用过的滑柱工作面的红外谱图

Fig.4 IR spectrum of the working surface after TATB pellet was compressed under condition I

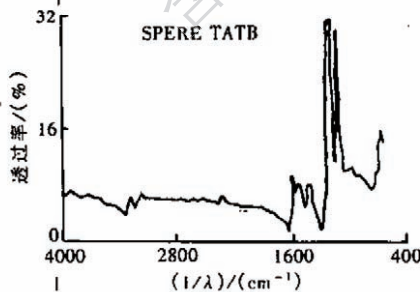


图5 用条件II压制的TATB药片表面的红外谱图

Fig.5 IR spectrum of the surface of TATB pellet compressed under condition II

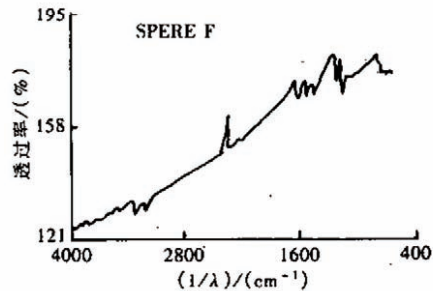


图6 用条件II压制TATB药片时使用过的滑柱工作面的红外谱图

Fig.6 IR spectrum of the steel pillar working surface after compressing TATB pellet under condition II

3.4 用蘸丙酮的清洁棉球擦拭呈色的滑柱工作面,工作上的颜色可被擦掉,工作面呈现出使用前的状态。擦拭过滑柱工作面的棉球,由白色变为微黄色,呈现出 TATB 原来的颜色。

## 4 讨 论

4.1 在以上所述的试验中,并未对试样进行摩擦感度试验(摆锤没有打击击杆,使上滑柱移动)。对于 TATB 这种公认的钝感炸药,上述操作不能使它发生“爆炸”。因此,滑柱工作表面呈现颜色的现象,不能认为是试样发生“爆炸”引起。这也被红外光谱数据所证实。

4.2 TATB 在光线照射下,会改变颜色,但需要较长的时间,而上述试验的时间很短,在如此短的时间内,试样不会如此快地变色。

4.3 TATB 在高温下会改变颜色,上述试验所用 TATB 已经过 180℃ 的高温处理,只有在高于 180℃ 以上的高温而且需较长的时间(一般要几小时),才能出现颜色的改变。在所试的条件下,由于时间很短,而且滑柱工作面上变色的区域很大,不是在个别点上变色,不可能在如此短的时间内,在滑柱工作面如此大的区域内出现 180℃ 以上的高温。因此,可认为滑柱工作面呈现的颜色并非由温度变化引起。

4.4 若按条件 II 试验,并将表压由 3.92MPa 改为 4.90MPa,拉分离钩时,有时伴随清脆的声响,有部分试样喷出。此时,卸压后均可在滑柱工作面上呈现颜色。试验中试样喷出越多,滑柱工作面上颜色越深。而压制 TATB 药片时不拉分离钩,无试样喷出或被挤出滑柱工作面外,滑柱工作面上则不呈现颜色。这说明颜色的出现与试样喷出或被挤出滑柱工作面有关。从傅里叶红外光谱分析可知,只有试验时试样喷出或被挤出滑柱工作面时,所用的滑柱工作面上才有 TATB 的成分,而且这正是滑柱工作面呈现颜色的地方。当用蘸有丙酮的棉球将附着的 TATB 擦去后,击柱表面则呈现出原来的状态。因此,可以认为,当压制 TATB 药片时,由于在高挤压应力下拉了分离钩,试样在被挤出滑柱工作面时, TATB 在滑柱工作面上形成了一层薄膜,由于薄膜的厚度不同,光在其上产生了干涉,显示出彩色图形。在进行摩擦感度试验时,当加压到规定压力后,必须拉分离钩方可进行试验,因此,用摩擦感度仪测试 TATB 的摩擦感度后,在滑柱工作面上呈现的颜色,在摆锤撞击击杆前就已出现。

4.5 用蘸有丙酮的清洁棉球擦拭显色的工作面,可使工作面成为未受试验前的状态,表明 TATB 并未与滑柱发生反应,更不是滑柱因被“烧蚀”而变色。棉球擦拭滑柱工作面后,棉球上呈现 TATB 的颜色,也说明了 TATB 只是附着在滑柱工作面上。

4.6 TATB 熔点超过 300℃,爆热较低(4270kJ/kg),在落锤试验、枪击试验、苏珊试验、滑道试验中,都显示出了极好的安全性能<sup>[2]</sup>,它可作为活性钝感剂钝化 HMX 炸药。这可能除了它本身具有很好的安全性能外,还因为它有与石墨相似的层状结构,可作为一种边界润滑剂。霍林指出,能起润滑作用的层状固体必具有某些共同的特性,最重要的特性是能够在润滑表面上形成一层粘附很牢的转移膜。因此,被润滑的表面大大地减少了相互之间的摩擦<sup>[3]</sup>。本文所述的试验中,正是由于 TATB 的这些特性,在高挤压应力下,使 TATB 从两滑柱工作面间喷出,并在滑柱工作面上形成一层薄膜。由于 TATB 的润滑作用,以 HMX 为基、TATB 含量较高的造型粉受机械撞击、摩擦时,TATB 能降低 HMX 颗粒之间的

摩擦,减少了热点产生的概率。同时,由于它的安定性,可阻止热点的传播,起到了钝感的作用。

4.7 滑柱工作面上所形成的 TATB 薄膜因滑柱工作面太小,用 Multi-750C 型测厚仪尚无法测其厚度,此问题还需进一步进行研究。

## 5 结 论

用摩擦感度仪测试 TATB 的摩擦感度时,使用过的滑柱工作面上呈现的颜色并非由于 TATB 发生了反应(分解、燃烧、爆炸),而是在滑柱工作面上粘附的薄层 TATB 引起的。

致谢: 本文得到王照明、王晓川、向永、李勇等同志大力协助,特此致谢。

## 参 考 文 献

- 1 Gibbs T R 著. LASL 炸药性能数据手册. 九〇三所情报室译. 1982.
- 2 UCID-17808, 1978.
- 3 霍林 J 主编. 摩擦学原理. 上海交通大学摩擦学研究室译. 北京: 机械工业出版社, 1981.

## THE CAUSE OF COLOURATION ON THE STEEL PILLAR SURFACE IN TATB FRICTION SENSITIVITY TEST

Hu Qingxian Hua Cheng

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

**ABSTRACT** After friction sensitivity test of TATB pellet, the working surface of the steel pillar would be coloured in some extent. In order to verify if it was resulted from the explosive ignition, the TATB pellets were compressed in situ on the friction device with the test tools under different conditions and then check the pillar surfaces and TATB examples compressed. Even though the pillars were coloured after compressing TATB pellets in some cases, the IR spectrum analysis indicated, there were not any chemical reaction occurred. The different colours were the result of light interference from the TATB film formed on the surface during the pellet compression. The desensitization effect of TATB is discussed herein.

**KEYWORDS** colouration, explosive, friction sensitivity, TATB pellet.