

文章编号: 1006-9941(2006)05-0330-03

TATB 原位包覆 HMX 的研究

孙杰, 黄辉, 张勇, 郑敏侠, 刘俊玲

(中国工程物理研究院化工材料研究所, 四川 绵阳 621900)

摘要: 为提高 TATB 对 HMX 的钝化效果, 利用声化学合成方法, 在 HMX 颗粒表面原位生成了 TATB, 制备了 HMX/TATB 复合物。并与混合法制备的样品进行了比较。SEM 观察表明, 原位包覆法 TATB 对 HMX 的包覆效果比混合法的包覆效果更好。DSC 分析表明, 原位包覆法样品中 HMX 的热分解温度更高。机械感度测试结果表明, 在 TATB 含量相当的情况下, 原位包覆法样品具有更低的机械感度, 在 TATB 含量为 10% 时, 撞击感度为 24%, 摩擦感度为 0%。

关键词: 材料科学; 含能材料; TATB; HMX; 原位包覆; 机械感度

中图分类号: TJ55

文献标识码: A

1 引言

TATB 是目前应用最广的钝感单质炸药, 除作为 PBX 配方主炸药制备钝感炸药, 作为含能钝感剂也得到了广泛的应用。研究表明, TATB 对 HMX 具有较好的钝感效果^[1]。过去, 通常是用机械混合的方式将 TATB 与 HMX 等炸药混合, TATB 对 HMX 的混合均匀性和包覆完整性难以保证, 特别是用亚微米 TATB 作钝感剂时难以分散均匀。

Heinz Hofmann 等^[2]报道了超声波作用下以 TATB 作为含能粘结剂, 在 HMX 炸药表面原位生成 TATB 晶粒的方式对 HMX 进行钝化处理的方法。但未能给出 TATB 的具体用量, 也没有有关钝化效果的数据。本文研究了不同钝化方法对 TATB/HMX 复合物感度的影响, 以实现 TATB 对 HMX 的最佳钝化效果。

2 实验

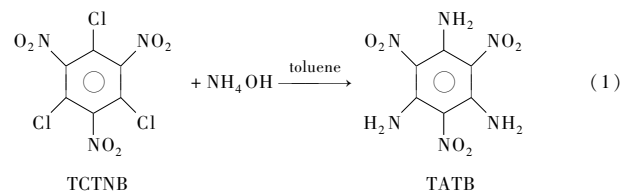
2.1 原料

HMX, 805 厂生产, 粒度在 20 ~ 30 μm ; 亚微米 TATB, 普通粒径 TATB 均由中物院化材所制备; TCTNB, 工业级, 陕西兴安化工有限公司; 甲苯, 分析纯, 天津市科密欧化学试剂开发中心; 氨水, 分析纯, 成都化学试剂厂。

2.2 原位包覆法制备 HMX/TATB 复合物

将一定量的三氯三硝基苯 (TCTNB) 溶解在甲苯

中, 与氨水混合, 同时将 HMX 加入反应体系。在超声波作用下, 反应 1 h 左右, 合成的 TATB 即以 HMX 为晶种生长沉积于其表面。反应完成后, 过滤、蒸馏水洗涤, 60 $^{\circ}\text{C}$ 真空干燥 24 h 即得 HMX/TATB 复合物。TATB 的合成反应如下式:



2.3 混合法制备 HMX/TATB 复合物

在烧瓶中按一定比例加入 HMX、亚微米 TATB, 加入 50 mL H_2O , 为使混合更均匀, 超声振荡的同时进行机械搅拌 (300 r/min), 1 h 后过滤, 干燥, 即得 HMX/TATB 复合物。

2.4 表征方法

采用 KYKY-2800 型扫描电镜 (SEM), 观察样品形貌及包覆效果。

采用美国 Aglient 220 型高效液相色谱 (HPLC), 测定 HMX/TATB 复合物中 HMX 的含量。

采用美国 Perkin-Elmer 公司 DSC-2 型差示扫描量热仪, 测定样品的热分解曲线, 升温速率 $10\text{ }^{\circ}\text{C} \cdot \text{min}^{-1}$, 氮气流速为 $40\text{ mL} \cdot \text{min}^{-1}$, 样品质量为 3 mg 左右。

撞击感度测试按国军标 GJB772.206-89, 摩擦感度测试按国军标 GJB772.208-91 进行。

3 结果与讨论

3.1 TATB 对 HMX 包覆效果

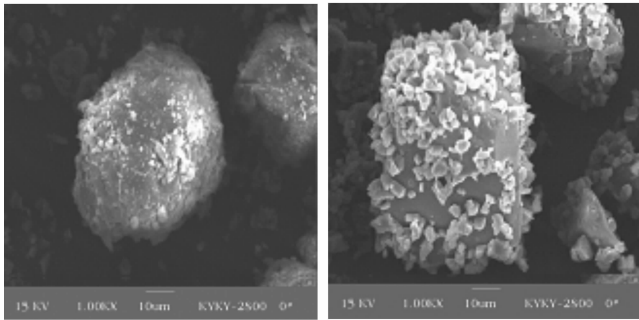
为考察不同工艺制备的 TATB/HMX 复合物的包

收稿日期: 2006-05-17; 修回日期: 2006-07-13

基金项目: 中国工程物理研究院重大基金 (2004Z0503)

作者简介: 孙杰 (1972-), 男, 博士, 副研究员, 主要从事含能材料的研究。e-mail: zhuoshisun@sohu.com

覆效果,对样品进行了扫描电镜分析,结果见图 1。

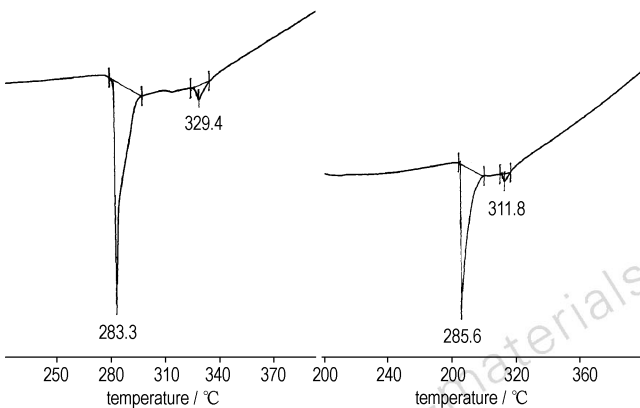


sample prepared by mixing sample prepared by in-stiu coating
图 1 TATB 含量为 10% 的 HMX/TATB 复合物的扫描电镜照片
fig.1 SEM photographs for HMX/TATB compounds with 10% TATB

由图 1 可看出,用原位包覆方法制备的 TATB/HMX 复合物, TATB 较为均匀地粘附在 HMX 的表面上, 包覆程度比混合法制备的样品有所提高; 用原位包覆方法制备的 TATB 呈颗粒状, 而亚微米 TATB 呈片状, 两者可能存在表面性质的差异, 导致其对 HMX 具有不同的包覆效果。

3.2 HMX/TATB 复合物的热性能

HMX/TATB 复合物的 DSC 曲线见图 2。



sample prepared by mixing sample prepared by in-stiu coating
图 2 TATB 含量为 10% 的 HMX/TATB 复合物的热分解曲线
Fig.2 DSC curves for HMX/TATB compounds with 10% TATB

由图 2 可以看出, HMX/TATB 复合物出现两个分解峰, 第一个分解峰面积很大, 对应于 HMX 的热分解, 第二个小峰对应于 TATB 的分解。原位包覆制备的 HMX/TATB 复合物, HMX 分解峰温为 285.6 °C, 而混合法制备的 HMX/TATB 复合物, HMX 的分解峰温为 283.3 °C。说明通过原位包覆的方法, TATB 对 HMX 的包覆更完整, 保护更完全, 所以分解点较高。而由原位

包覆制备的 HMX/TATB 复合物, TATB 分解峰温低于混合法样品中的 TATB 分解峰温, 可能是由于原位包覆法制备的 TATB 未经过高温处理, 杂质含量稍高, 因此分解峰温较低。由不同的制备方法得到的 HMX/TATB 复合物热分解曲线的形状并无明显差异, 说明原位包覆方法不会造成 HMX 热分解特性本质的改变。

3.3 HMX/TATB 复合物的机械感度

研究表明, 对于粒径较大的 TATB 粉末, 只有当含量达到一定程度时, 才会对 HMX 有一定的钝感作用。徐蓉等^[3]的研究表明, 亚微米 TATB 对 HMX、CL-20 等高能炸药具有更好的钝感效果。因此, 混合法样品选用亚微米级 TATB, 以证明本文所用原位包覆方法在钝化效果方面的优越性。

HMX/TATB 复合物的能量和感度均随 TATB 含量的增加而降低。因此, 分析 HMX/TATB 复合物中各组份的含量, 对于实现能量和感度的最佳平衡, 无疑是有实际意义的。混合法样品中 TATB 含量按投料比计算。由于合成反应有可能未完全进行, 使得生成的 TATB 含量偏低, 而且还会生成 TATB 以外的杂质。因此, 要确定原位包覆 HMX/TATB 复合物中 TATB 及其杂质的含量, 需通过测试混合物中的 HMX 含量来推算。HMX/TATB 复合物中 TATB 含量及机械感度测试结果见表 1。

表 1 HMX/TATB 复合物的撞击感度和摩擦感度

Table 1 Impact sensitivity and friction sensitivity for HMX/TATB compounds

content of TATB/%		method	impact sensitivity /%	friction sensitivity /%
theoretical	measured			
5 (submicron)		ultrasonic and mechanical mixing	80	52
5		in-stiu coating	60	44
10 (submicron)		ultrasonic and mechanical mixing	64	8
10	9.5	in-stiu coating	24	0
20 (about 20 μm)		ultrasonic and mechanical mixing	90	40
20 (submicron)		ultrasonic and mechanical mixing	0	0
20	18.4	in-stiu coating	0	0

由表 1 可以看出, 由原位包覆制备的 HMX/TATB 复合物中 TATB 的含量略低于理论投料量。当 TATB 含量为 5% 和 10% 时, 由原位包覆制备的 HMX/TATB 复合物机械感度均优于混合法制备的 HMX/TATB 复合物。当 TATB 含量为 10% 时, 机械感度的差异更明显。说明通过原位包覆方法比混合法制备 HMX/TATB 复合物能实现更好的钝感效果。当 TATB 含量为 20% 时, 两种方法制备的 HMX/TATB 复合物撞击感度和摩擦感度均降为 0, 此时再提高 TATB 含量, 对于降低 HMX 的机

械感度影响很小,用国军标方法难以区分感度的差异。

研究中也用粒径为 20 μm 左右的 TATB 进行了对比实验,即使 TATB 含量为 20%,HMX/TATB 复合物的机械感度仍很高,这是由于粒径大的 TATB,比表面低,对 HMX 表面的覆盖率低,因而难以达到有效降低感度的目的。而亚微米 TATB 比表面大,能对 HMX 表面进行大面积的覆盖。从电镜照片上看,在超声波作用下,HMX 表面原位生成的 TATB 同样具有较小的粒径,TATB 与 HMX 结合更紧密,这可能是原位包覆法得到的炸药复合物感度低的原因。

4 结 论

在超声波作用下,采用原位合成 TATB 的方法对 HMX 进行包覆,制备了 HMX/TATB 复合物,与混合法制备的样品相比,TATB 对 HMX 的包覆更完整,撞击感和摩擦感度均大幅度下降,显示出更好的钝感效果。

利用超声化学法合成 TATB 原位包覆 HMX,能最大限度发挥 TATB 的钝感性能,是有望实现低感高能的重要技术途径。

致谢:感谢王蓉、周建华、李伟等在实验过程中给予的帮助!

参考文献:

- [1] 寇丽平. TATB 对 HMX 的钝感作用研究[J]. 火炸药学报,1999(3):25-28.
- [2] KOU Li-ping. Study on the insensitive action of TATB on HMX[J]. *Chinese Journal of Explosives & Propellants*, 1999(3):25-28.
- [3] Heinz Hofmann, Karl Rudolf. Process for the production of a pressed insensitive explosive mixture[P]. USP0216822A1,2004.
- [4] 徐蓉,田野,刘春. TATB 对 CL-20 降感研究[J]. 含能材料,2003,11(4):219-221.
- [5] XU Rong, TIAN Ye, LIU Chun. Desensitize effect of TATB to CL-20 [J]. *Chinese Journal of Energetic Materials (Hanneng Cailiao)*, 2003,11(4):219-221.

In-stiu Coating of TATB on HMX

SUN Jie, HUANG Hui, ZHANG Yong, ZHENG Ming-xia, LIU Jun-ling

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

Abstract: In order to improve the desensitizing efficiency of TATB on HMX, HMX/TATB composites were prepared by in-stiu coating and mixing method respectively. The composite was characterized by SEM, DSC and sensitivity test. Compared with the sample prepared by mixing method, the sample prepared by in-stiu coating with the same TATB content has a better coverage, a higher decomposition temperature of HMX and lower mechanical sensitivity. The impact sensitivity and friction sensitivity of HMX/TATB compounds with 10% TATB prepared by in-stiu coating is 24%, 0% respectively.

Key words: material science; energetic materials; TATB; HMX; in-stiu coating; mechanical sensitivity



2007 年《中国学术期刊文摘》征订启事

《中国学术期刊文摘》分中文版(简称 CSAC)和英文版(简称 CSAE)两种,各自收录了我国高水平学术期刊中基础科学、医学、农业科学和工程技术领域约 40 个学科的论文文摘,全景展现我国的科研成果与进展。

作为综合性科技类检索刊物,《中国学术期刊文摘》致力于将我国科学技术各领域的原创性学术成果全面、快速地向科技工作者交流、传播,其中 CSAE 是我国第一份综合性英文版科技类学术检索刊物。

《中国学术期刊文摘》由中国科学技术协会主管,科技导报社主办并负责编辑、出版、发行,对科研单位、高等院校、图书馆以及广大科技工作者检索和了解我国的科技研究成果、学术研究动向具有重要的参考价值。

《中国学术期刊文摘(中文版)》刊号为 CN 11-3501/N,ISSN 1005-8923,2007 年为半月刊,大 16 开,国内定价 38.00 元/册,全年定价 912 元,邮发代号:82-707。

《中国学术期刊文摘(英文版)》刊号为 CN 11-5411/N,ISSN 1673-4084,2007 年改为月刊,大 16 开,国内定价 15.00 元/册,全年定价 180 元,邮发代号:80-487。

欢迎广大科技工作者、科研单位、高等院校、图书馆订阅。

通讯地址:北京市海淀区学院南路 86 号科技导报社(邮编 100081) 联系人:姚玉琴 电话:010-62103122 信箱:yaoyuqin@cast.org.cn
单位主页: <http://www.csac.org.cn> 户名:科技导报社 账号:0200001409089017271 开户银行:工商银行百万庄支行