

文章编号: 1003-1480 (2003) 01-0001-03

高速气流碰撞法制备超细 TATB 粒子的研究

曾贵玉, 聂福德, 王建华, 田野

(中国工程物理研究院化工材料研究所, 四川 绵阳, 621900)

摘要: 采用高速气流碰撞法对 TATB 进行细化, 借助 SEM 技术对超细 TATB 粒子形貌进行表征。实验得到了平均粒径 $0.35\mu\text{m}$ 、计算比表面积 $21\text{m}^2\cdot\text{g}^{-1}$ 以上的亚微米超细 TATB 粒子, 粒子外形近球形。

关键词: 亚微米 TATB; 高速气流碰撞; 粒子粒径; 形貌

中图分类号: TQ564

文献标识码: A

Preparation of Ultrafine TATB Particles by High-speed Gas Impacting Method

ZENG Gui-yu, NIE Fu-de, WANG Jian-hua, TIAN Ye

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

Abstract: The ultrafine TATB particles are prepared by high-speed gas impacting method and the shape of ultrafine particles is detected by SEM technique. Particles of sub-ultrafine TATB have been obtained of the average size is about $0.35\mu\text{m}$, calculated specific surface area is over $21\text{m}^2\cdot\text{g}^{-1}$. Outer shape of the ultrafine particles is orbicular.

Key words: Sub-micron TATB; High-speed gas impacting; Particles size; Shape

亚微米级超细三氨基三硝基苯 (TATB) 除保留普通颗粒尺寸 TATB 高度钝感、热稳定性好等优异性能外, 还具有超细颗粒炸药短脉冲作用下更易起爆、意外刺激下更为钝感、临界直径减小、装药强度提高等特点, 在爆炸逻辑网络、推进剂、钝感起爆传爆系列装药等领域中具有重要应用前景^[1~3]。

对炸药细化的方法主要有: 机械研磨法^[4]、重结晶法^[5]、微乳液或乳液合成法^[6]等。溶剂/非溶剂重结晶技术虽可将 TATB 细化至比表面积达 $25\text{m}^2/\text{g}$ 以上, 但在去除超细粒子晶体间夹杂溶剂、产物纯化、固液分离和干燥等方面存在许多技术难题。高速气流碰撞法具有操作简便、工序少、产品纯度高、分散性好、可批量生产等特点而受到众多研究者青睐。作者在以前工作基础上^[7~8]采用高速

气流碰撞法对 TATB 细化技术进行深入研究, 以期获得良好分散的亚微米级超细 TATB 粉体。

1 实验

1.1 主要原材料

TATB: 平均粒径 $18\mu\text{m}$, 工业级; 表面活性剂: 分析纯。

1.2 分析方法

采用激光粒度仪分析 TATB 粒度及分布, 并计算比表面积, 采用 SEM 技术表征超细粒子形貌。

1.3 实验方法

将具有一定压强并经干燥、除尘处理后的净化空气通过一特殊设计的喷咀, 产生超声速气流。将待粉碎、干燥的常规颗粒 TATB 经过喷管后部

收稿日期: 2002-11-01

作者简介: 曾贵玉 (1969-), 男, 助理研究员, 主要从事含能材料及超细技术研究。

引入喷嘴。在高速、高压气流作用下, TATB 粒子得到加速, 然后发生 TATB 颗粒间的混合、碰撞及 TATB 颗粒与冲击靶的碰撞, TATB 粒子得到细化, 细化后的粒子与气体混合物再送入分级机, 分级后在旋风分离器出口处收集产物即得到超细 TATB 样品。

2 结果与讨论

2.1 TATB 的高速气流碰撞法细化

在探索实验的基础上, 主要考察表面活性剂种类对 TATB 细化效果的影响。为使表面活性剂均匀分散在所研究的体系中, 先将表面活性剂充分溶解在溶剂中, 再与 TATB 充分混合。将此混合物在真空箱中充分干燥后再进行气流粉碎。实验结果见表 1, 超细 TATB 样品的粒度分布见图 1~5。

表 1、图 1~5 所示样品中, FTATB-gas-0101 和 0105 未加表面活性剂, 0102 中加有 1% 的阴离子表面活性剂 *D*, 0103 加有 1% 的非离子表面活性剂 *O*, 0104 中加有 0.5% 的活性剂 *D* 和 0.5% 的活性剂 *O*。从表 1 可见, 如待粉碎 TATB 样品中不加表面活性剂, 则高速气流碰撞后超细 TATB 样

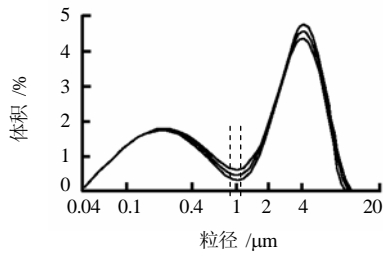


图 1 FTATB-gas-0101 粒径分布

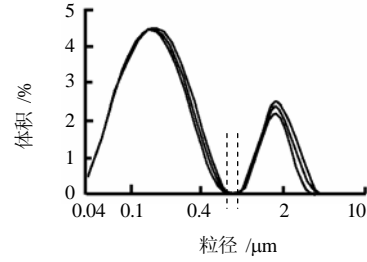


图 2 FTATB-gas-0102 粒径分布

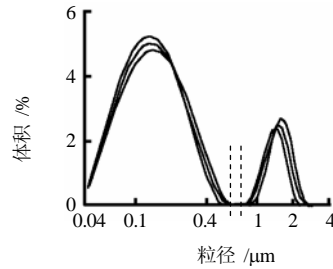


图 3 FTATB-gas-0103 粒径分布

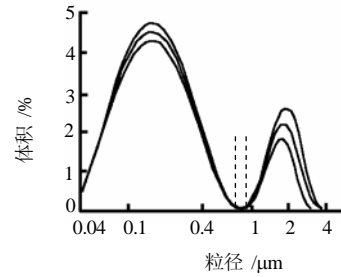


图 4 FTATB-gas-0104 粒径分布

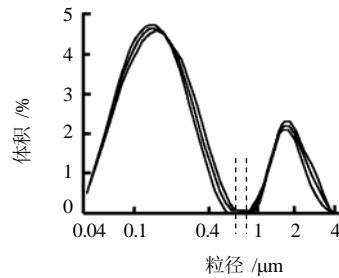


图 5 FTATB-gas-0105 粒径分布

表 1 高速气流粉碎法中表面活性剂对超细 TATB 粒子粒径及分布的影响

样品编号	样品体积粒径 / μm			样品体积粒径 (μm) 分布 /%				计算比表面积 / ($\text{m}^2 \cdot \text{g}^{-1}$)
	平均值	中间值	峰值	<0.1	0.1~0.5	0.5~1.0	>1.0	
FTATB-gas-0101	0.509	0.184	0.155	21.5	57.9	1.4	19.2	19.95
FTATB-gas-0105	0.488	0.176	0.141	22.7	58.0	1.0	18.3	20.65
FTATB-gas-0102	0.362	0.159	0.141	25.5	59.5	0.7	14.2	22.39
FTATB-gas-0103	0.349	0.168	0.155	23.7	60.6	3.1	12.6	21.68
FTATB-gas-0104	0.448	0.206	0.170	18.9	58.7	6.4	15.8	18.68

品粒径在 $0.5\mu\text{m}$ 左右, $1\mu\text{m}$ 以上的粒子较多一些; 当 TATB 样品中加入表面活性剂后, 粉碎得到的超细 TATB 样品的粒径将减小, 计算比表面积增大, 说明表面活性剂有利于防止超细 TATB 粒子的团聚。从表 1 也可知, 对气流粉碎的 TATB 而言, 采用一种表面活性剂(活性剂 D 或活性剂 O)比同时采用两种表面活性剂的防聚集效果要好。

从亚微米超细 TATB 样品的粒径分布图可以看出, 超细样品的粒径分布呈非正态分布, 为多分散状态, 样品粒径分布呈双峰, 峰谷大约在 $0.7\mu\text{m}$ 附近, 大部分粒子处于较小峰, 少量粒子分布在较大峰。

2.2 亚微米 TATB 粒子的形貌分析

电子显微分析是材料科学重要的分析方法之一, 与其它形貌、结构分析方法相比, 电子显微镜具有多方面的优势: 它得到的是样品的立体形貌, 表征结果具有直观性和形象性, 可在极高倍数下直接观察试样的形貌、结构, 并可选择分析区域。采用扫描电镜对各样品进行形貌分析, 结果见图 6~7。

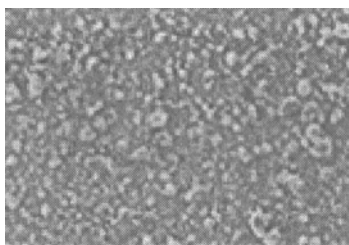


图 6 亚微米超细 TATB 样品 500 倍下的 SEM 照片

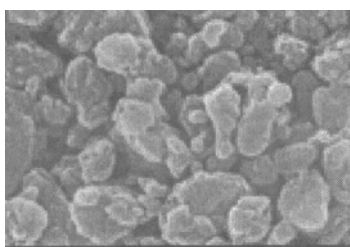


图 7 亚微米超细 TATB 样品 25 000 倍下的 SEM 照片

SEM 图片中的颗粒形状是指颗粒及颗粒聚集体的轮廓或颗粒表面各点所构成的图像, 颗粒形状

通常影响到颗粒流变性、堆积性、密度及颗粒与含能配方中其它成分的相互作用。从放大 500 倍的照片可以看出, 气流粉碎得到的亚微米超细 TATB 样品中大部分粒子形貌近球形, 粒子大小比较均匀; 从放大 25 000 倍的照片可以知道超细 TATB 粉体的微细结构, 经气流碰撞后得到的超细 TATB 粒子大小分布不均匀, 粒子形状呈球形或椭球形, 较大粒子的表面有凹痕。比较不同放大倍数下的扫描照片可知, 亚微米级超细 TATB 粒子极易聚集成块, 在低放大倍数下呈现块状团聚体特征, 但在高倍数图片上却表现为许多细微粒子比较松散地堆积在一起, 粒子间隙较大。

3 结论

采用高速气流碰撞法对 TATB 进行细化, 得到了平均粒径 $0.35\mu\text{m}$ 、比表面积 $21\text{m}^2\cdot\text{g}^{-1}$ 以上的亚微米超细 TATB 粒子;

超细 TATB 颗粒形貌接近球形, 粒子大小不均匀, 较大粒子的表面有凹痕, 较大的颗粒大多是由许多小粒子堆积而成。

参考文献:

- [1] 刘志建. 超细材料与超细炸药技术 [J]. 火炸药学报, 1995, (4): 37~40.
- [2] 刘宏英, 李春俊, 白华萍等. 三种用于含能材料超细粉碎的设备及技术 [J]. 含能材料, 1999, (4): 185~187.
- [3] D. W. Firsich, R. Thorpe, L. A. Cox. MLM-3629 [Z].
- [4] 杜仕国. 超细粉制备技术及进展 [J]. 功能材料, 1997, 28(3): 237~241.
- [5] 叶毓鹏等. 炸药结晶工艺学及其应用 [M]. 北京: 兵器工业出版社, 1995.
- [6] 刘志建. 制备亚微米级炸药的新方法-微乳液法 [J]. 火炸药学报, 1996, (4): 12~13.
- [7] 曾贵玉, 聂福德等. 气流粉碎法制备超细硅酸钙粒子的研究 [J]. 材料科学与工程, 2001, (4): 80~83.
- [8] 曾贵玉, 聂福德等. 气流粉碎法制备亚微米 TATB 粒子的研究 [C]. 全国第二届纳米材料和技术应用会议论文集, 中国材料研究学会, 2001.