

文章编号: 1006-9941(2014)04-0548-06

# 熔融法分离废弃梯黑铝炸药中的 TNT

丁玉奎, 吴翼, 刘国庆, 王海丹, 满海涛

(军械工程学院, 河北 石家庄 050003)

**摘要:** 分离回收是废弃炸药再利用的前期工序。利用梯黑铝炸药中梯恩梯(TNT)、黑索今(RDX)和铝(Al)粉三种组分的熔点差异,以水为加热介质,加热废弃梯黑铝炸药熔化 TNT,通过压差过滤,将熔融 TNT 从废弃 TNT/RDX/Al 炸药中进行分离。结果表明,以水为加热介质、采用压差过滤,可提高分离过程的安全性和效率。TNT 的回收率达 76.2%,回收 TNT 的纯度为 94.46%。熔化过程的 DSC 曲线峰温为 81.0 °C。回收 TNT 中的主要杂质是低共熔体系 TNT-RDX 中的 RDX。

**关键词:** 分析化学; 梯黑铝炸药; 熔融分离; TNT; 回收率; 纯度

**中图分类号:** TJ55; TQ564.4; O65

**文献标志码:** A

**DOI:** 10.3969/j.issn.1006-9941.2014.04.023

## 1 引言

采用物理方法将废弃混合炸药各组分分开得到单质炸药和其它组分,是一种较好的资源化利用废弃混合炸药的方法<sup>[1]</sup>。我国每年都有大量的梯黑铝炸药被废弃,废弃梯黑铝炸药的主要成分是三硝基甲苯(TNT)、黑索今(RDX)和铝粉,回收的 TNT 成分经过处理可以改为民用,例如制作特种混合炸药,用于金属加工。根据梯黑铝混合炸药各组分的物理性质差异,目前已研究出多种适合分离回收梯黑铝炸药的物理方法。

Arthur 等<sup>[2]</sup>利用熔融法对主要成分为 TNT 和硝胺的混合炸药进行了分离研究,分离过程简单,分离费用低,适合工程化生产,但分离效率和安全性低,需要加以改进。陈亚芳等<sup>[3]</sup>使用溶剂萃取法成功地从梯黑铝炸药进行了分离,提取出了 90% 的 RDX, RDX 的主要理化性能指标均达到 GJB 296A-1995 的标准。Kym B Arcuri 等<sup>[4]</sup>也设计了连续分离回收 B 炸药的装置,为溶剂连续萃取分离梯黑铝炸药提供了借鉴。溶剂萃取法的优点是操作温度低,安全性较好,但容易对回收的炸药造成二次污染,大部分溶剂具有毒性和燃爆特性,溶剂的使用还会增加了回收的成本。姬文苏等<sup>[5]</sup>研究了超临界状态下 TNT-RDX-CO<sub>2</sub> 三元体系固液平衡,发现了 TNT、RDX 的溶解度的提高效应系

数(SE)与压力的关系并确定了 SE 压力转变点。Morris 等<sup>[6]</sup>使用超临界二氧化碳萃取法成功地从 B 炸药中分离出了纯度超过 99% 的 RDX。王保国等<sup>[7]</sup>设计了分离梯黑铝炸药的超临界快速膨胀技术的半连续工艺,回收了 90% 的 TNT 和 85% 的 RDX。然而超临界二氧化碳萃取法使用设备昂贵,萃取效率低,可能影响其在工程化领域的运用。

Arthur 等设计的熔融分离方法与溶剂萃取法和超临界二氧化碳萃取法相比,具有分离费用低、绿色环保的优点,但存在效率和安全性低的不足,本研究对其进行了改进,以水取代蒸汽为加热介质,改重力过滤为压差过滤,从废旧的梯黑铝炸药里分离出 TNT,并对分离出的产品和剩下的混合物进行了气相色谱分析和热分析,为梯黑铝炸药的工程化回收利用提供了借鉴。

## 2 实验部分

### 2.1 试剂与仪器

TNT、RDX、铝粉质量比为 45 : 35 : 19 的废弃梯黑铝炸药,取自某型报废火箭炮弹战斗部,采用差示扫描量热仪对其进行研究后发现,其安定性没有发生变化<sup>[8]</sup>;丙酮,分析纯,天津市恒兴化学试剂有限公司; TNT: 分析纯。

差示扫描量热仪,法国 SETRAM 公司生产的 DSC-31 型;恒温水浴,巩义市予华仪器公司生产的 syc 型智能超级恒温水槽;循环水多用真空泵,郑州杜雨仪器厂生产的 SHB-3 型;气相色谱仪,美国惠普 5890 II 型;电子天平,分度值 0.0001 g; ZK35 型真空

收稿日期: 2013-12-02; 修回日期: 2014-02-21

基金项目: 跨学科重大科技攻关项目【2012】80

作者简介: 丁玉奎(1965-),男,副教授,主要从事弹药销毁及其再利用研究。e-mail: xy-dyuk@163.com

干燥箱,天津市华北试验仪器有限公司;定性滤纸:快速滤纸,孔径为 80 ~ 120 μm;试管、玻璃棒以及搪瓷水杯等。

### 2.2 样品制备

将少量块状废弃梯黑铝炸药在水环境下(水和梯黑铝炸药的质量之比控制在 4 ~ 7 的范围内)湿法粉碎至 50 目的粒径,置于安全烘箱中,在温度 60 ~ 70 °C 下干燥 1 h。取部分粉碎的炸药研碎,作为试验样品。

### 2.3 熔融法分离原理及设计的分离工艺

熔融分离法是利用废弃炸药中各组分熔点的不同,将各个组分分离开。在废弃梯黑铝炸药的三种主要成分中,TNT 的熔点约为 80.6 °C,纯品 RDX 的熔点为 204 ~ 205 °C<sup>[9]</sup>,铝粉熔点约为 660 °C<sup>[10]</sup>,三种组分熔点差异明显。付蓉等<sup>[11]</sup>指出可以采用合适的加热方法使混合炸药中的 TNT 熔融,然后通过过滤与固态 RDX 和铝粉分开。

Arthur 等利用熔融分离的方法对主要成分为 TNT 和硝胺的混合炸药进行了分离。把混合炸药放在筛盘上,使用蒸汽加热混合炸药使 TNT 熔化,流过筛盘进入收集容器。用能溶解 TNT 而不溶解硝胺的溶剂处理经分离的硝胺炸药,以除去硝胺炸药中残留的 TNT,回收硝胺炸药。Arthur 和 David 等设计的熔融法分离 TNT 和硝胺混合炸药的装置<sup>[2]</sup>,如图 1 所示。

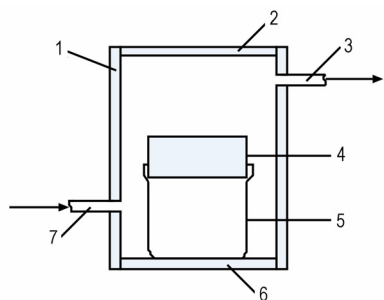


图 1 熔融法分离回收 B 炸药的装置<sup>[2]</sup>  
 1—防护外壳, 2—可移动的顶部装置, 3—蒸汽出口, 4—筛盘, 5—搜集容器, 6—底部隔板, 7—蒸汽进口  
 Fig. 1 The device used for separation and recovery of composition B by melting method<sup>[2]</sup>  
 1—housing, 2—removable top closure, 3—steam outlet, 4—tray, 5—collector vessel, 6—bottom closure, 7—steam inlet

Arthur 等设计的熔融分离方法的优点是操作简单,分离成本低,在分离过程中不加入任何溶剂,不对分离物质造成二次污染,不污染环境。缺点主要有两个,一是熔融分离时的温度较高,为 90 °C 左右<sup>[2]</sup>,TNT 和 RDX 炸药的感受度都有所增加,这给工艺带来了不安

全性;二是在过滤分离熔融 TNT 和固体 RDX 以及铝粉时,熔融 TNT 在 90 °C 时的粘度为 0.0938P<sup>[12]</sup>,粘度较大,而采用的推动力又是重力,因此 Kym B. Arcuri 等<sup>[13]</sup>也指出该装置过滤速率较低,分离得到的炸药纯度也不高。

因此,对废弃梯黑铝炸药进行熔融分离时,需要对 Arthur 等设计的方法加以改进,以解决分离效率和安全性低的问题。以过滤速率的半经验模型<sup>[14]</sup>为依据,明确影响过滤速率的重要因素并针对原方法进行改进:

$$\frac{dV}{Adt} = K_p \frac{\Delta p}{\mu L}$$

式中, A 为过滤面积, m<sup>2</sup>; Δp 为过滤压强差, Pa; μ 为液体的动力粘度, Pa · s; L 为滤饼厚度, m; K<sub>p</sub> 为渗透因数。

由(1)可知,在过滤面积、滤饼厚度和渗透因数相同的条件下,通过降低悬浮液的粘度和增大过滤压强差都可以提高过滤速率。基于以上理论,对图 1 的装置进行了改进,以水取代水蒸汽为加热介质,有效降低了悬浮液的粘度。同时水的加入也为压差过滤分离提供了前提条件,采用压差过滤可以大幅提升过滤压强差 Δp。改进后可以有效提高过滤速率。此外,废弃梯黑铝炸药中金属铝表面有一层致密的氧化膜,把水和金属铝隔绝开,避免了金属铝与水发生反应,水还可以吸收热点形成时释放的热量,同时作为一种良好的润滑剂,水能够减小炸药之间的摩擦,提高分离过程的安全性。在熔融分离工艺中,水是可以回收利用的,不会浪费资源、污染环境。

综上,设计的熔融法分离 TNT 组分工艺流程如图 2 所示。

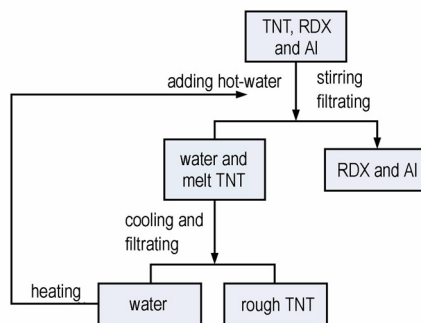


图 2 熔融法分离 TNT 组分的工艺流程  
 Fig. 2 Technological process of separating TNT component from TNT/RDX/Al explosive by melting method

### 2.4 试验方法

在恒温水浴中加入足够的水量,打开恒温水浴,考

虑到水在搅拌过程中的热量损失,温度设置在 90 ℃,略高于 TNT 熔点。按要求把真空泵、滤瓶以及过滤装置连接起来。滤纸的形状裁剪为圆形,面积稍微大于过滤装置内表面。把滤纸放入过滤装置,倒入适量水,使滤纸紧贴过滤装置。打开真空泵,并把梯黑铝炸药放在过滤装置的滤纸上。当恒温水浴温度达到设定温度以后,用搪瓷水杯在恒温水浴中取水,此时恒温水浴仍然保持开启的状态。把搪瓷水杯中的热水迅速倒入过滤装置,并用玻璃棒搅拌,同时打开真空泵。滤瓶中水高度达到真空泵吸管水平附近时取下吸管,关闭真空泵并对滤瓶作冷却处理,再过滤得到 TNT 炸药,置于安全烘箱中,在温度 60 ~ 70 ℃ 下干燥 1 h。取出第二个空滤瓶替换装满水的滤瓶,重复上述步骤。

## 2.5 炸药性能检测

### 2.5.1 气相色谱分析

为检验熔融法分离梯黑铝混合炸药的效率,以及回收 TNT 的纯度,采用气相色谱仪对分离得到的 TNT 以及剩下的 RDX 和铝粉混合物进行 TNT 含量检测。采用外标法,选用大口径毛细管柱,进样口温度 230 ℃,检测器温度 220 ℃,柱温 180 ℃,氮气(99.999%)为载气,顶空进样,进样量为 0.6  $\mu\text{L}$ 。

精确称量分析纯 TNT 约 0.2 g 置于 100 mL 的容量瓶中,加丙酮至刻度并摇匀。再移取不等体积的标准 TNT 溶液,在 10 mL 的容量瓶中用丙酮依次稀释为 0.6, 0.8, 1.0, 1.2, 1.4  $\text{mg} \cdot \text{mL}^{-1}$ 。

精确称量 0.08 g 被测 TNT 样品, 0.1 g RDX 和铝粉的混合物,分别置于 10 mL 的容量瓶中,加丙酮至刻度并摇匀。

### 2.5.2 热分析

采用差示扫描量热仪对原样品、回收的 TNT 炸药以及分离后的混合物进行热分析。加热炉在进行测定之前应当预热约半小时。气氛为氮气, 50  $\text{mL} \cdot \text{min}^{-1}$ , 坩埚为标准 40  $\mu\text{L}$  铝坩埚,标准物质为钢。回收 TNT 试验样品质量 1.69 mg,开始温度 30 ℃,结束温度 100 ℃,原样品试验样品质量 0.7 mg,开始温度 60 ℃,结束温度 220 ℃,剩余 RDX 和铝粉混合物试验样品质量 1.22 mg,开始温度 60 ℃,结束温度 220 ℃,升温速率均为 10  $^{\circ}\text{C} \cdot \text{min}^{-1}$ 。

## 3 结果与讨论

### 3.1 试验现象分析

分离前和分离后炸药外观的数码照片如图 3 所示。由图 3 可以看出,分离前后炸药的外观变化明显,分离后炸药颜色偏暗,能看到具有金属光泽的铝粉。说明随着废弃梯黑铝炸药中 TNT 含量的减少,炸药对

铝粉的包覆效果有所降低,从而在分离后的炸药中能看到具有金属光泽的铝粉。

对第一个滤瓶作冷却处理以后,再进行过滤,得到黄色 TNT 固体,如图 4 所示。对第二个滤瓶作冷却处理,得到纯度很高的与纯 TNT 晶体形状相似的无色针状晶体,如图 5 所示。冷却后两个滤瓶中 TNT 状态不同的原因主要是: TNT 和 RDX 的低共熔物的熔点较低,被加热后首先熔化而被过滤出,因此第二个滤瓶中 TNT 的纯度高于第一个滤瓶;随着过滤的进行,过滤出 TNT 的量减少,在相同体积的滤瓶中 TNT 浓度降低,冷却后无法形成固体而以针状晶体的形式析出。

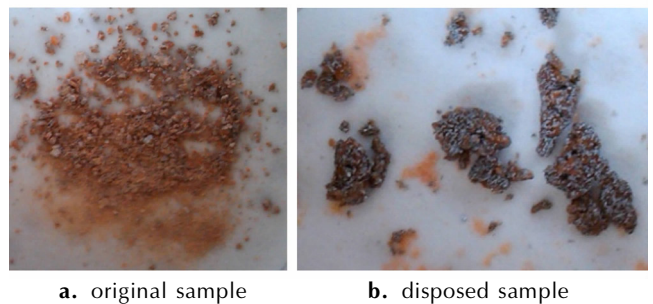


图 3 废弃梯黑铝炸药分离前后的对比

Fig. 3 Contrast of discarded or obsolete TNT/RDX / Al explosive before and after separation



图 4 分离后得到黄色 TNT 固体

Fig. 4 The yellow solid TNT sample after separation



图 5 分离得到的针状 TNT 晶体

Fig. 5 Needle TNT crystal obtained from separation

### 3.2 气相色谱分析

对配制溶液按色谱条件进行测试,标准溶液的色谱图如图 6 所示,回收 TNT 色谱图如图 7 所示,分离后的炸药色谱图如图 8 所示,绘制校准曲线如图 9 所示。在设定的色谱条件下,对 TNT 标准溶液的浓度与相应的峰高进行一元线性回归,结果见表 1。

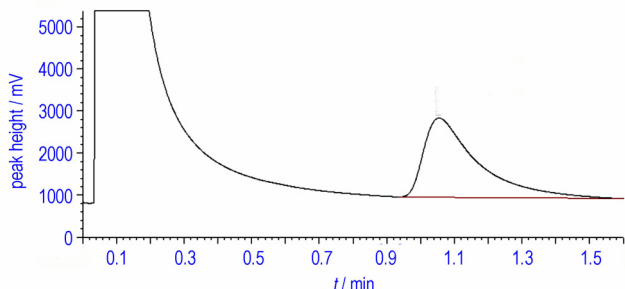


图 6 0.6 mg · mL<sup>-1</sup> TNT 标准样色谱图

Fig.6 Chromatogram of 0.6 mg · mL<sup>-1</sup> standard TNT

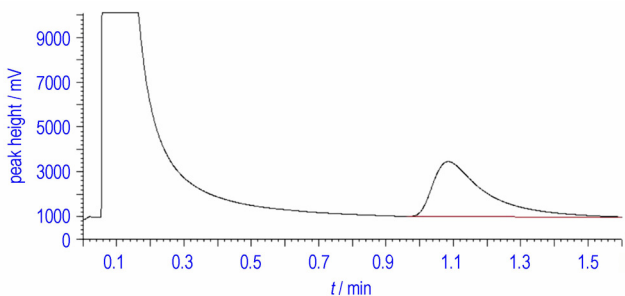


图 7 回收 TNT 的色谱图

Fig.7 Chromatogram of reclaimed TNT

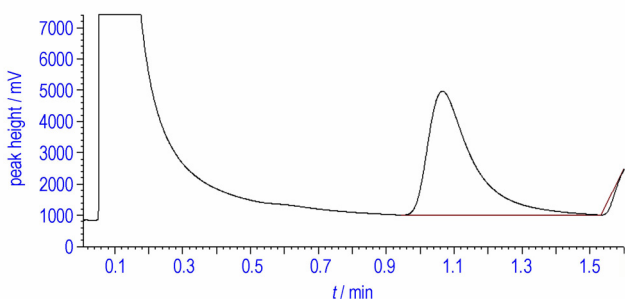


图 8 剩余炸药的色谱图

Fig.8 Chromatogram of TNT/RDX/Al explosive after separation

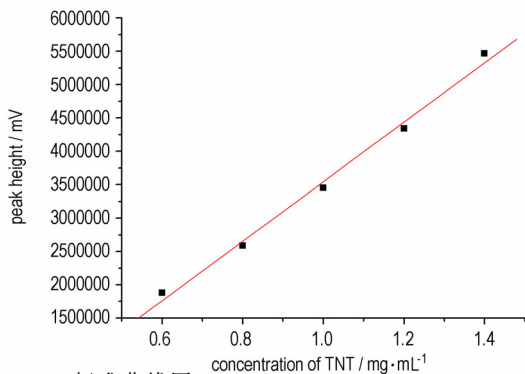


图 9 TNT 标准曲线图

Fig.9 Standard curve of TNT

表 1 线性回归结果

Table 1 Result of linear regression

No.	1	2	3	4	5
concentration of TNT/mg · mL <sup>-1</sup>	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4
peak height of standatal TNT/mV	1880569	2585694	3451875	4341064	5465469

标准方程为:  $y = -917650.8 + 4.46259 \times 10^6 x$ , 相关系数为 0.99655。

由表 1 和图 9 可以看出, TNT 标准溶液浓度为 0.6 ~ 1.4 mg · mL<sup>-1</sup> 时与峰高之间线性关系良好, 浓度与峰高的相关系数为 0.9965。因此, 在标准溶液的浓度范围内, 测出未知溶液中 TNT 浓度是可靠的。回收 TNT 样品量为 80.32 mg, 分离后的炸药样品量为 102.09 mg, 分别配制成 100 mL 和 10 mL 溶液, 测出其峰高为 2468124、3960952 mV。对比标准溶液拟合直线, 计算出回收 TNT 中含 TNT 75.87 mg, 回收 TNT 的纯度约为 94.46%, 分离后的炸药中有 TNT 10.9322 mg, TNT 含量约 10.71%, 回收了 76.2% 的 TNT。

### 3.3 热分析

对得到的黄色 TNT 固体进行热分析, 其 DSC 曲线如图 10 所示。

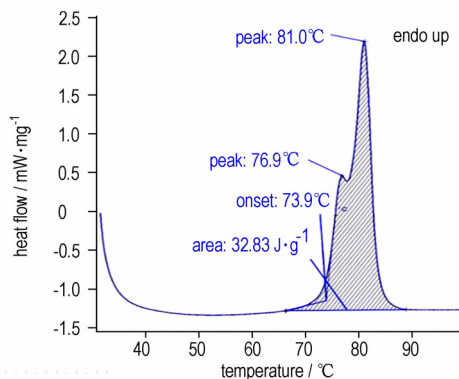


图 10 回收 TNT 的 DSC 曲线

Fig.10 DSC curve of reclaimed TNT

黄色 TNT 固体的 DSC 曲线有两个峰, 说明回收的 TNT 是不纯的。第一个 76.9 °C 的吸热峰是 TNT 和 RDX 形成低共熔物的熔化峰, 第二个 81.0 °C 的吸热峰是 TNT 的熔化峰, 回收 TNT 中还有少部分 RDX 杂质。单纯使用熔融法分离无法获得纯度特别高的 TNT, 因为 RDX 能与 TNT 形成低共熔物<sup>[9]</sup>。可以通过熔融结晶处理把回收 TNT 炸药中的 RDX 分离出, 提高其纯度<sup>[15]</sup>。

对废弃梯黑铝炸药原样品以及分离后的炸药进行热分析,其 DSC 曲线对比如图 11 所示。

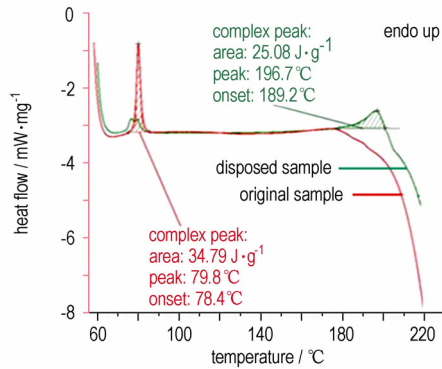


图 11 分离后的炸药与原料炸药的 DSC 曲线对比

Fig. 11 DSC curves of TNT/RDX/Al explosive before and after separation

由图 11 可以看出,原样品在 79.8 °C 出现了一个非常明显的吸热峰,即 TNT 的熔化峰,进行分离处理以后,这个明显的熔化峰变成两个不明显的吸热峰,温度低的熔化峰是 TNT 和 RDX 的低共熔物的吸热峰,温度高的熔化峰是 TNT 本身的吸热峰。从原料炸药和分离后炸药的 TNT 吸热峰对比中不难看出,分离后炸药中 TNT 含量减小很多,这说明熔融法对分离梯黑铝炸药中的 TNT 是有效的。

观察分离后炸药的曲线,发现 TNT 含量减少后,在 196.7 °C 时出现了明显的 RDX 熔化峰,而原样品无 RDX 的熔化峰,且分离后 RDX 的初始分解温度为 200.5 °C,相比于原样品 195.4 °C 的初始分解温度有所提高。梁彦会等<sup>[16]</sup>认为这可能是 RDX 在熔融 TNT 中有一定的溶解,溶解度随温度的升高而增大,熔融的 RDX 初始分解温度变低,梯黑铝炸药原样品 TNT 含量较高,溶解 RDX 的量较大,因此 RDX 的初始分解温度降低,不出现 RDX 的吸热峰。

## 4 结 论

(1) 以水为加热介质对梯黑铝混合炸药进行分离,可以提高分离的效率和安全性,采用压差过滤可以大大提高过滤速率。使用熔融分离法回收了 76.2% 的 TNT,由于低共熔物的存在,回收 TNT 中含有 RDX,纯度为 94.46%,可以采用熔融结晶法对回收 TNT 炸药进行提纯,以提高其在民用方面的使用价值。

(2) RDX 和铝粉的混合物中还含有 10.71% 的 TNT,可以通过溶剂萃取进行进一步分离,以便 RDX 和铝粉的分离回收。

## 参考文献:

- [1] 王泽山, 张丽华, 曹欣茂. 废弃火炸药的处理与再利用[M]. 北京: 国防工业出版社, 1999.
- [2] Arthur F, Spencer, David F, Hartline. Recovery of secondary explosive from explosive composition; US, 5977354 [P]. 1999-11-2.
- [3] 陈亚芳, 王保国, 张景林, 等. 废旧梯黑铝混合炸药中 RDX 的回收和表征[J]. 火炸药学报, 2012, 32(5): 23-25.  
CHEN Ya-fang, WANG Bao-guo, ZHANG Jing-lin, et al. Recovery and characterization of RDX from discarded or obsolete TNT-RDX-Al explosives[J]. *Chinese Journal of Explosives & Propellants*, 2012, 32(5): 23-25.
- [4] Kym B Arcuri, Duane A Goetsch, Steve J Schmit, et al. Recovery of TNT and RDX from bulk composition B explosives: US, 7423187B1 [P]. 2008-9-9.
- [5] 姬文苏, 丁玉奎, 张怀智, 等. 超临界状态下 TNT-RDX-CO<sub>2</sub> 三元体系固液平衡研究[J]. 含能材料, 2012, 20(3): 306-309.  
JI Wen-su, DING Yu-kui, ZHANG Huai-zhi, et al. Solid-Liquid equilibrium of TNT/RDX/CO<sub>2</sub> ternary system under supercritical conditions[J]. *Chinese Journal of Energetic Materials (Hanneng Cailiao)*, 2012, 20(3): 306-309.
- [6] Jeffrey B. Morris. Separation of RDX from composition B via a supercritical fluid extraction process[R]. Army Research Laboratory, 1997, 4.
- [7] 王保国, 何伟强, 张景林, 等. 废旧梯黑铝炸药中 TNT 和 RDX 的回收和表征[C]// 全国危险物质与安全应急技术研讨会论文集, 重庆, 2011: 730-735.
- [8] 丁玉奎, 姬文苏, 李金明, 等. 某型报废火箭炮战斗部装药安定性试验研究[J]. 装备环境工程, 2011, 8(4): 112-116.  
DING Yu-kui, JI Wen-su, LI Jin-ming, et al. Experimental study on stability of explosive from Some waste projectile[J]. *Equipment Environmental Engineering*, 2011, 8(4): 112-116.
- [9] 欧育湘. 炸药学[M]. 北京: 北京理工大学出版社, 2006.
- [10] 张松林, 武斌, 秦志桂, 等. 2Al/Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 铝热剂的点火温度[J]. 含能材料, 2010, 18(2): 162-166.  
ZHANG Song-lin, WU Bin, QIN Zhi-gui, et al. Ignition temperature of 2Al/Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> thermite [J]. *Chinese Journal of Energetic Materials (Hanneng Cailiao)*, 2010, 18(2): 162-166.
- [11] 付蓉, 樊青青, 罗亚田, 等. 国内外过期火炸药的处理想况[J]. 四川化工, 2009, 12(1): 23-25.  
FU Rong, FAN Qing-qing, LUO Ya-tian, et al. The present disposing situation of obsolete explosives and propellants at home and abroad[J]. *Sichuan Chemical Industry*, 2009, 12(1): 23-25.
- [12] 罗文沛, 田淑静, 孙云柏, 等. 单质炸药[M]. 北京: 国防工业出版社, 1978.
- [13] Kym B, Arcuri, Duane A, Goetsch, Steve J, Schmit, et al. Recovery of nitramines and TNT from mixtures thereof: US, 7521585B2 [P], 2009-4-21.
- [14] 袁惠新. 分离过程与设备[M]. 北京: 化学工业出版社, 2008.
- [15] 李庆龙, 章文星. 熔融结晶技术及其应用[J]. 化工生产与技术, 2013, 20(1): 29-31.  
LI Qing-long, ZHANG Wen-xing. Melt crystallization technology and its application [J]. *Chemical Production and Technology*, 2013, 20(1): 29-31.
- [16] 梁彦会, 张建国, 冯晓军, 等. 不同热分析方法研究 B 炸药的热分解[J]. 火炸药学报, 2012, 35(1): 9-14.  
LIANG Yan-hui, ZHANG Jian-guo, FENG Xiao-jun, et al. Studies on thermal decomposition of composition B using different thermal analysis methods [J]. *Chinese Journal of Explosives & Propellants*, 2012, 35(1): 9-14.

## Separation of TNT from Discarded or Obsolete TNT/RDX/Al Explosives by Melting Method

DING Yu-kui, WU Yi, LIU Guo-qing, WANG Hai-dan, MAN Hai-tao

(Department of Ammunition Engineering, Ordnance Engineering College, Shijiazhuang 050003, China)

**Abstract:** Separation and recovery is the previous process of reuse of discarded or obsolete explosives. According to the differences of the melting points of TNT, RDX and Al powder, TNT was separated by pressure differential filtration with water as the heating medium from the discarded or obsolete TNT/RDX/Al explosive. And the properties of explosive before and after separation were studied. Results show that the safety and efficiency of separation process are improved, and the recovery rate of TNT is 76.2%, and the purity of reclaimed TNT is 94.46%. The peak temperature on DSC curve for the melting process of reclaimed TNT is 81.0 °C. The main impurities in reclaimed TNT are RDX in the eutectic system TNT-RDX.

**Key words:** analysis chemistry; discarded or obsolete TNT/RDX/Al explosive; melting separation; TNT; recovery rate; purity

**CLC number:** TJ55; TQ564.4; O65

**Document code:** A

**DOI:** 10.3969/j.issn.1006-9941.2014.04.023



### 《炸药学》新书简介

现代兵器火力系统丛书——《炸药学》由北京理工大学欧育湘教授编著,于2014年2月由北京理工大学出版社出版。

该书共分12章,共512页。前四章介绍了炸药的基本理论,主要性能及合成单质炸药的重要有机反应,第五章至第七章介绍了硝基化合物炸药、硝胺炸药、硝酸酯炸药,详细阐述了这三类最常用单质炸药的特征、制造原理、生产工艺及其最新进展,第八章至第九章对高能量密度化合物、含能黏结剂和含能增塑剂进行了较全面和系统的论述,第十章至第十二章重点介绍了军用混合炸药、民用混合炸药和起爆药。

与以往同类教材相比,该书对制式军用炸药的论述更为全面并补充了一些新的研究成果,特别是对一些近年研究得比较成熟已应用或者应用前景较好的新一代高能量密度炸药、耐热炸药、钝感炸药、多种含能黏结剂和增塑剂等进行了较系统阐述,在很大程度上反映了炸药领域当代先进科学技术水平

该书注重化学理论与工艺技术相结合,反映了含能材料领域内的新理论、新材料、新工艺,很多内容都是以往同类教材或专著中缺乏或者不够系统的,可作为高等学校含能材料专业的本科生及研究生教材,也可供相关院校及院所技术人员参考。