

文章编号: 1006-9941(2014)01-0057-05

## RDX 包覆度表征

张帅<sup>1,2</sup>, 黄辉<sup>1</sup>, 罗观<sup>1</sup>, 赵天波<sup>2</sup>, 王佳<sup>2</sup>, 丁洪晶<sup>2</sup>, 蒋伟<sup>2</sup>

(1. 中国工程物理研究院化工材料研究所, 四川 绵阳 621900; 2. 北京理工大学化学学院, 北京 100081)

**摘要:** 分别以丙烯腈-苯乙烯共聚物(AS), 氟橡胶(F2311), 聚氨酯弹性体(Eatane5701)和水性聚氨酯(WPU)为包覆原材料, 采用水悬浮包覆法、喷涂法和破乳法包覆黑索今(RDX)。对包覆颗粒的进行了高效液相色谱(HPLC)分析, 测定了RDX溶出量, 计算了粘结剂对RDX的包覆度。对比了HPLC法与扫描电子显微镜(SEM)和X射线光电子能谱法(EDS)的表征效果。结果表明: 以AS为包覆材料, 喷涂法得到的包覆颗粒, 包覆效果最好, SEM观测到包覆比较致密, 与RDX表面有良好的物理接触, EDS没有检测到包覆不完全的情况, HPLC评价得到的包覆度为96.24%。

**关键词:** 分析化学; 高效液相色谱法(HPLC); 包覆度; 黑索今(RDX)

**中图分类号:** TJ55; O65

**文献标志码:** A

**DOI:** 10.3969/j.issn.1006-9941.2014.01.012

## 1 引言

用钝感材料对黑索今(RDX)颗粒进行包覆, 能够显著地降低其机械感度<sup>[1]</sup>, 其包覆效果将直接影响以RDX为主装药的武器安全性能。因此对硝胺颗粒的包覆评价, 受到了国内外研究学者的广泛关注。常见的的评价方法有: (1)直接的形貌观察法<sup>[2-6]</sup>, 以光学显微镜, 扫描电子显微镜(SEM), 透射电子显微镜(TEM)和原子力显微镜(AFM)为主要代表; (2)分子谱学法<sup>[7-8]</sup>, 常见的有傅里叶变换红外光谱法(FT-IR), 拉曼光谱法和光声光谱法(PAS); (3)能谱法<sup>[9-10]</sup>, 有X射线光电子能谱法(XPS)和X射线衍射法(XRD)等。

在应用中研究者们也发现了某些经典表征方法的局限性。宋华杰等<sup>[11-12]</sup>用XPS技术评价TATB/氟聚物造型粉包覆度时, 发现用该法评估PBX造型粉包覆度在理论上存在局限性, 用此方法得到的TATB/氟聚物造型粉包覆度无法令人信服。经典的SEM-EDS法从微观的角度, 对样品局部个体进行了观测和分析, 评价的结果受观测点的选取等主观因素影响较大, 而且局部观测得出的结论往往不能真实反映样品整体情

况。高效液相色谱法(HPLC)法则没有这些局限性, 可从宏观角度对样品的整体进行评价。

因此, 本研究将不同粘结剂包覆的RDX浸泡在TNT熔融液中, 对相同温度下的熔铸炸药取样进行HPLC分析, 测定RDX溶出量, 计算包覆度, 同时, 将此结果与SEM和EDS结果进行对比, 以期对硝胺包覆颗粒在真实浇注状态下的包覆情况评价提供研究新思路。

## 2 实验

### 2.1 材料及仪器

**材料:** RDX标准品, 纯度99.69%, 西安204所; 军品级RDX和TNT, 纯度 $\geq 98\%$ , 国营805厂; 甲醇、乙腈, 色谱纯, 德国Merk公司; 丙酮、乙腈和乙酸乙酯, 化学纯, 成都市联合化工试剂研究所; 丙烯腈-苯乙烯共聚物(AS)、氟橡胶(F2311)、热塑性弹性体(TPU)和聚氨酯弹性体(Estane5701), 中国工程物理研究院化工材料研究所; 水性聚氨酯(WPU), 实验室自制<sup>[8]</sup>。

**仪器:** 高效液相色谱仪(HPLC), 2996型, 美国waters公司; 扫描电子显微镜(SEM), TM-1000型, 日本Hitachi公司; XFLASH 410-M型X射线能谱仪(EDS), 德国Bruker公司; 循环水式超级恒温水浴, HGYC-40型, 重庆汉瞻公司。

### 2.2 实验过程

#### 2.2.1 包覆样品的制备

采用水悬浮工艺<sup>[1-2]</sup>和水性聚氨酯破乳法<sup>[7-8]</sup>及喷涂包覆法, 分别用粘结剂(AS、F2311、Estane5701

收稿日期: 2012-09-07; 修回日期: 2013-06-16

基金项目: 国家自然科学基金资助(20973022), NSAF联合基金重点资助项目(11076002)

作者简介: 张帅(1982-), 男, 博士生, 主要从事色谱样品前处理与分析技术应用研究。e-mail: zs\_4444666666@163.com

通信联系人: 赵天波(1958-), 男, 教授, 主要从事熔铸炸药钝感包覆研究。e-mail: zsbitt@bit.edu.cn

、WPU)对 RDX 进行包覆。喷涂法的步骤简述为:①将粘结剂溶解于适当的溶剂中制成稀溶液,②将粘结剂溶液在压力下化为雾状喷涂于 RDX 颗粒表面,③干燥后即得到包覆样品。

表 1 样品、包覆方法及材料

Table 1 Sample with different coating method and materials

sample	coating method	coating materials
1 <sup>#</sup>	uncoated	raw RDX
2 <sup>#</sup>	spray coating	AS
3 <sup>#</sup>	spray coating	Estane5701
4 <sup>#</sup>	spray coating	F2311
5 <sup>#</sup>	slurry coating	AS
6 <sup>#</sup>	slurry coating	Estane5701
7 <sup>#</sup>	slurry coating	TPU
8 <sup>#</sup>	latex deposition	WPU

如表 1, 包覆前 RDX 原料编号为 1<sup>#</sup>; 喷涂法条件下, 以 AS, Estane5701, F2311 为包覆材料, 得到样品编号分别为 2<sup>#</sup>, 3<sup>#</sup>, 4<sup>#</sup>; 水悬浮工艺, 以 AS, Estane5701, TPU 为包覆材料, 得到样品编号分别为 5<sup>#</sup>, 6<sup>#</sup> 和 7<sup>#</sup>; 水性聚氨酯破乳法得到的样品编号为 8<sup>#</sup>。

### 2.2.2 扫描电子显微镜表征

未经处理的军品级 RDX 原料以及采用不同粘结剂和方法包覆的样品经过喷金处理后, 用 TM-1000 型 SEM 观察样品的形貌及包覆效果。

### 2.2.3 X-射线表面能谱分析

通过电镜形貌表征, 基本能够判断出粘结剂对 RDX 的包覆情况。然而, 这个判断往往基于观测者的主观因素。为了得到量化的评判依据, 对包覆颗粒进行了表面 EDS 分析, 通过多点微区能谱分析可以得出颗粒表面元素含量分布情况。为了便于对比, 同时对包覆用粘结剂原料进行了 EDS 分析, 并将粘结剂的能谱图和包覆颗粒表面微区分析能谱图做了比较。如包覆颗粒能谱分析结果与粘结剂相近, 则说明包覆较好; 如分析结果与 RDX 相近, 则说明包覆不完全。

### 2.2.4 HPLC 分析样品的制备

参照本实验室前期的工作<sup>[13]</sup>, 装置如图 1 所示。制样时, 首先打开循环式恒温水浴并加热, 通过控制面板设定所需的水浴温度, 开启循环水以预热恒温器。向恒温器中加入精确称量的 TNT 固体, 当 TNT 完全熔化以后, 确保温度计水银球完全浸没在熔液中。加入精确称量的包覆样品, 并用木棍稍作搅拌。当体系的温度到达预设温度 89 °C, 并稳定 5 min 不变, 准备取样。用洁净的牛角勺取上层熔液约 0.5 ~ 1.0 g, 将

冷却后的固体完全转移至称量皿并精确称重。用色谱纯乙腈将所取样品在 50 mL 烧杯中充分溶解后, 转移至 100 mL 的容量瓶。将烧杯用 10 mL 左右乙腈清洗 3 ~ 4 次, 洗液一并转移至容量瓶中。放置恒温后, 用滴管滴加乙腈定容至刻度线, 容量瓶分别贴好标签准备进行液相色谱分析。

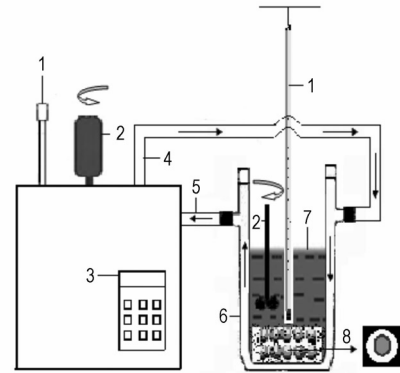


图 1 恒温器和夹套示意图

1—温度计, 2—搅拌器, 3—控制单元, 4—出水管, 5—进水管, 6—夹套, 7—熔融 TNT, 8—原料 RDX 或包覆颗粒

Fig. 1 Schematic diagram of the heating thermostats and jacket vessel

1—thermometer, 2—stirrer, 3—control panel, 4—pump outflow, 4—outlet line, 5—inlet line, 6—jacket vessel, 7—melted TNT, 8—raw or coated RDX

### 2.2.5 HPLC 分析

参照文献[14-16]中硝胺的分析方法, 最佳色谱分析条件为: 甲醇/水(体积比 6/4)为流动相, 流速 1.0 mL · min<sup>-1</sup>, 检测波长为: 254 nm, 在硅胶柱上分离并检测 TNT 和 RDX。在上述条件下, 将所有待测样品进行液相色谱分析, 每个样品重复进样三次, 记录色谱图。峰面积相对偏差小于 3%, 根据色谱工作站中定量曲线粗略计算出待测样品中 RDX 浓度范围。根据这个结果, 确定精确定量所需的 RDX 标准溶液的配制浓度范围。用万分之一天平分别精确称取 1.025, 2.985, 5.030, 6.735, 8.500 mg RDX 标准品, 在 50 mL 容量瓶中, 用乙腈配制成一系列的标准溶液。本研究分析条件下 RDX 在 2.050 ~ 17.00 mg · L<sup>-1</sup> 的浓度范围内线性关系良好, 回归方程为  $y = 86555x + 12727$ ,  $R^2 = 0.9999$ ,  $n = 5$ 。以浓度为横坐标, 峰面积为纵坐标, 建立了 RDX 定量分析的标准曲线。每个浓度重复进样 5 次, 系统误差小于 1.45%, 样品中 RDX 响应值在标准溶液浓度范围内, 定量结果准确可靠。如果待测样品浓度范围超出线性区间, 应该稀释后进行测定。此外, 为了保持测试

的精确性,应当定期用标准溶液对曲线进行校正。

### 3 结果与讨论

#### 3.1 SEM 形貌观测结果

喷涂法包覆前后 RDX 样品的 SEM 照片如图 2 所示。由图 2 可见,原料 RDX 单个晶体颗粒棱角分明,表面光滑(图 2a); AS 较为均匀地粘附在 RDX 表面(图 2b),包覆程度比 Estane5701(图 2c)和 F2311(图 2d)包覆的样品有所提高。这是由于 Estane5701 粘性较大,造成颗粒之间粘结;氟橡胶溶液在颗粒缝隙间聚集,溶剂挥发后,致使氟橡胶在其间聚集。而 AS 属于高刚性的高分子材料,其粘弹性能较差,包覆得到的颗粒相互之间不粘结,包覆样品流散性较好。

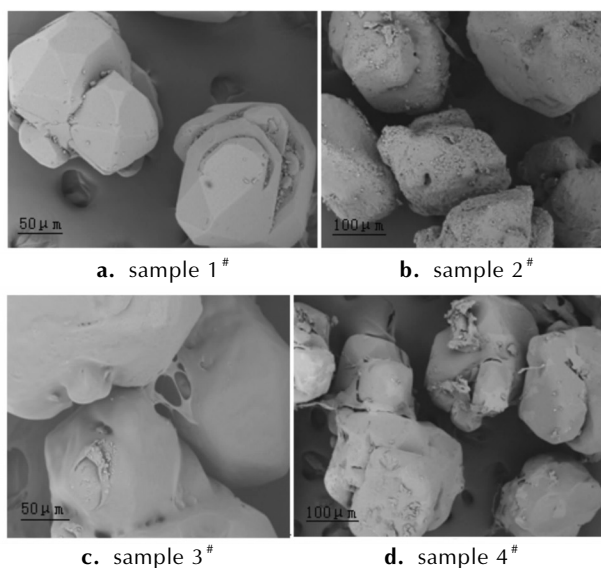


图 2 喷涂法包覆样品 SEM 图片

Fig.2 SEM images of coated RDX samples by spray coating method with coating materials

水悬浮工艺和破乳法包覆 RDX 样品的 SEM 照片如图 3 所示。与图 2 对比,发现水悬浮工艺和水性聚氨酯破乳法包覆效果稍差,AS 包覆时其颗粒表面附着了大量的粘结剂(图 3a), Estane 5701(图 3b)和 TPU 包覆(图 3c)时,有大量的粘结剂充斥于颗粒之间,粘结后颗粒的粒径变大,WPU(图 3d)包覆时其颗粒表面有少量的附着物。

#### 2.2 EDS 元素分析结果

原料 RDX 与经喷涂法处理得到的包覆颗粒的 EDS 结果如图 4 所示。RDX 原料、粘结剂原料与包覆颗粒的能谱测试数据见表 2。1#样品为 RDX 原料,只有 C、N、O 峰,而 2#样品包覆致密,也只有包覆层的 C、N、O 峰,3#和 4#样品分别检出了包覆层(coated)

和裸露部分(uncoated)的能谱。

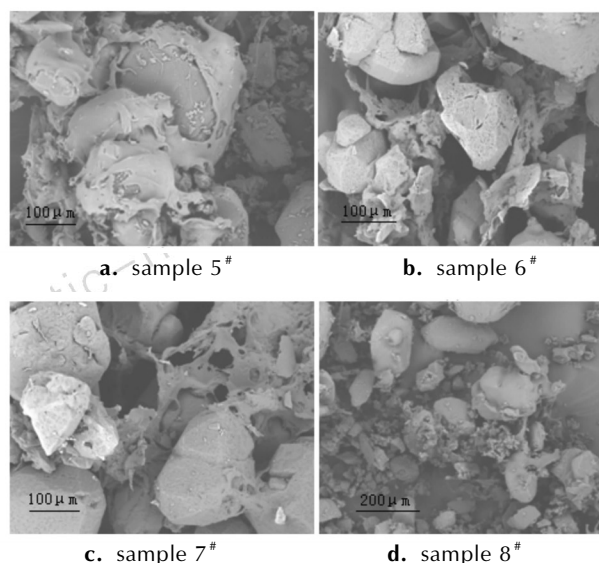


图 3 水悬浮工艺和破乳法包覆样品 SEM 图片

Fig.3 SEM images of coated RDX samples by water suspension coating method and demulsification method

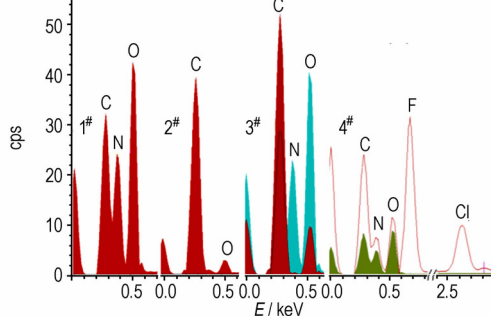


图 4 RDX、包覆原料和包覆颗粒能谱图

Fig.4 Energy spectrum of RDX, coating materials and coated particles

由图 4 可见,原料 RDX(图 4, 1#)包含 C、N、O 这三种元素峰;而经过 AS(图 4, 2#)良好包覆的颗粒,多点微区 EDS 分析数据变化不大,C、N、O 含量分别为 78.23、16.04 和 4.83,对比表 2 中原料 AS 的元素分析数据,C、N、O 的含量基本一致,这表明 RDX 颗粒已被 AS 致密包覆,没有检测到露出部分。Estane5701 和 F2311 多点微区分析的情况类似,这两个样品都出现了两种峰形,一种是包覆不完全的部分,显示出 RDX 的特征 C、N、O 峰(图 4 中 3#, 4# 与 1# 峰形相似的部分),其 C、N、O 含量分别为 3#: 25.72、30.48 和 43.8; 4#: 24.8、29.98 和 44.6,这与原料 RDX 的元素含量一致。另一种是粘结剂包覆部分,显示出 Estane5701 和 F2311 的特征 O 峰和 F、Cl 峰,结合表 2 中 3#、4# 样品包覆层(coated)和粘结剂原料的 EDS 测试数据,包覆层元素含量与相应包覆原料一致。EDS 多点微区分析的数据表明在喷涂法条件下 Estane5701 和 F2311 对 RDX 的包覆效果不如 AS 致密。

表 2 粘结剂原料和包覆颗粒的 EDS 分析结果

Table 2 Experimental values of the Raw materials and coated particles

Element	1 <sup>#</sup>	AS	Estane5701	F2311	2 <sup>#</sup>	3 <sup>#</sup>		4 <sup>#</sup>	
						coated	uncoated	coated	uncoated
C	22.15	80.10	67.35	35.96	78.23	66.44	25.72	31.75	24.8
N	31.33	15.27	2.85	1.29	16.04	3.01	30.48	18.49	29.98
O	47.52	4.63	29.9	19.02	4.83	30.55	43.8	15.63	44.64
F	-	-	-	38.61	-	-	-	31.76	0.59
Cl	-	-	-	1.98	-	-	-	2.37	-

### 3.3 HPLC 评价结果

#### 3.3.1 HPLC 法测定包覆度原理

RDX 在熔融的 TNT 中有一定的溶解度。依据相关文献以及本实验室先前的工作<sup>[13-14]</sup>, 89 °C 下测得 RDX 晶体在熔态 TNT 中的溶解度为 4.53 g, 即 100 g 熔融 TNT 中溶解的 RDX 量。假设每一颗 RDX 晶体经过粘结剂的 100% 包覆, 如胶囊一般的致密。由于包覆层的隔绝保护, RDX 则不会与 TNT 熔液发生接触, 也就不会溶解在其中。这是理想的状态, 实际达不到这样的致密包覆效果。样品包覆的效果与 RDX 在熔融 TNT 中的溶解量的多少发生关联, 可用公式(1)表示:

$$\Phi = (A - B) / A \quad (1)$$

式中,  $\Phi$  为 RDX 的包覆度, %;  $A$  为 RDX 在 TNT 中饱和溶解量, g;  $B$  为 RDX 在熔态 TNT 中的溶出量, g; RDX 溶出量越低, 则包覆效果越好。依据这一性质, 采用 HPLC 法分析 TNT 中的 RDX 溶出量, 可以量化评价 RDX 的包覆度。

#### 3.3.2 HPLC 法分析结果

HPLC 法分析测得出各种包覆样品在熔融态 TNT 中 RDX 的质量分数, 经过换算后得到检出量, 再根据公式(1)计算出包覆度  $\Phi$ , 结果见表 3。从表 3 可以看出, 采用同样的包覆方法、不同粘结剂, 得到的包覆度有很大差别, 如表 3 中 2<sup>#</sup>、3<sup>#</sup>、4<sup>#</sup>, 均采用喷涂法包覆, 得到的包覆度却相差甚远。采用同样的粘结剂, 而使用不同的包覆方法, 得到的包覆度相差也很大, 如表 3 中 2<sup>#</sup>、5<sup>#</sup>, 都是以 AS 为包覆材料, 而喷涂法得到的包覆度比水溶液悬浮法的高出 23.73%。

TNT 和 RDX 的出峰时间相同, 而 RDX 峰高低各不相同。包覆效果越好, 溶解于 TNT 中的 RDX 量就越少, 在稀释倍数相同的条件下, 相应的 RDX 色谱峰就越低。表 1 中 8 种样品的 HPLC 色谱图如图 5 所示。由图 5 可知, 原料 RDX 溶解达到了饱和, 1<sup>#</sup> 色谱峰最高, 以此为参照, 评价样品的包覆情况。其中, 以 AS 为包覆材料, 采用喷涂法得到的 RDX 颗粒(2<sup>#</sup> 样品) 包覆程度最佳。经过比较, SEM 法观测和 EDS 能

谱分析的结果与 HPLC 法测定的结果基本一致。

表 3 HPLC 法测定不同样品的包覆度

Table 3 Degrees of coverage for different coated samples evaluated by HPLC technique

No.	RDX found/%	B/g	$\Phi$ /%
2 <sup>#</sup>	0.17	0.17	96.24
3 <sup>#</sup>	0.98	0.99	78.15
4 <sup>#</sup>	0.61	0.61	86.45
5 <sup>#</sup>	1.23	1.25	72.51
6 <sup>#</sup>	1.10	1.11	75.45
7 <sup>#</sup>	0.90	0.91	79.75
8 <sup>#</sup>	1.20	1.21	73.19

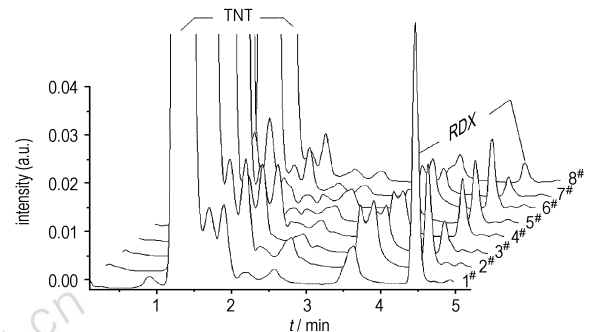


图 5 RDX 原料和包覆样品的液相色谱图

Fig. 5 HPLC chromatograms obtained from the analysis of raw and polymer coated RDX samples

## 4 结论

(1) 利用 RDX 在熔融态 TNT 中有特定的溶解度原理, 由 HPLC 测定 RDX 的溶出量, 评价了 AS、F2311、Estane5701、TPU、WPU 对 RDX 的包覆度范围为 72.51% ~ 96.24%。

(2) 采用 EDS 法分析了 RDX 原料的表面 C、N 和 O 元素含量分别为 22.15%、31.33% 和 47.52%。以此为依据, 判定以 AS 为原料, 喷涂法包覆的颗粒(2<sup>#</sup> 样品) 效果最佳。

(3) 将 HPLC 法与经典 SEM、EDS 方法进行了对比,其中,HPLC 法测得喷涂法 AS 包覆的颗粒样品包覆度为 96.24%; SEM 观测到 AS 均匀地包覆在 RDX 表面; EDS 分析没有检测到裸露部分的 RDX 元素信息。结合其它几组的对比情况,SEM、EDS 法判断出包覆效果较好的,HPLC 评价的包覆效果也很好。

#### 参考文献:

- [1] QIU Hong-wei, Stepanov V, Di Stasio A R, et al. RDX-based nanocomposite microparticles for significantly reduced shock sensitivity[J]. *Journal of Hazard Material*. 2011, 185:489-493
- [2] AN Chong-wei, LI Feng-sheng, SONG Xiao-lan, et al. Surface coating of RDX with a Composite of TNT and an energetic-polymer and its safety investigation[J]. *Propellants Expols. Pyrotech.* 2009, 34: 400-405.
- [3] ZHANG Wei, FAN Xue-zhong, WEI Hong-jian, et al. Application of Nitramines Coated with Nitrocellulose in Minimum Signature Isocyanate-Cured Propellants[J]. *Propellants Expols. Pyrotech.* 2008, 33(4): 279-285.
- [4] Heijden A E D M, Bouma R H B. Crystallization and characterization of RDX, HMX and CL-20[J]. *Crystal Growth and Design*. 2004, 4(5): 999-1007.
- [5] Bone L, Ritter H. HMX as an impurity in RDX particles: effect on the shock sensitivity of formulations based on RDX[J]. *Propellants Expols. Pyrotech.* 2006, 31(6): 482-489.
- [6] Bellitto V J, Melnik M I. Surface defects and their Role in the shock sensitivity of cyclotrimethylene-trinitramine [J]. *Applied Surface Science*. 2010,256: 3478-3481.
- [7] 廖肃然, 罗运军, 杨寅, 等. 用化水水性聚氨酯包覆 HNIW 的研究[J]. *火炸药学报*,2006, 29(5): 22-28.  
LIAO Su-ran, LUO Yun-jun, YANG Yin, et al. Research on coating HNIW with water-borne branched polyurethane[J]. *Chinese Journal of Explosives & Propellants*, 2006, 29(5): 22-28.
- [8] 廖肃然, 罗运军, 孙杰, 等. 水性聚氨酯的合成及其对 CL-20 的包覆[J]. *含能材料*, 2006, 14(5): 336-339.  
LIAO Su-ran, LUO Yun-jun, SUN Jie, et al. Synthesis of waterborne polyurethane and Its coating on CL-20[J]. *Chinese Journal of Energetic Materials(Hanneng Cailiao)*, 2006,29(5): 22-28.
- [9] 陆铭, 陈煜, 罗运军, 等. 水性聚氨酯的制备及其包覆 RDX 的研究[J]. *推进技术*, 2005, 26(1): 89-92.  
LU Ming, CHEN Yu, LUO Yun-jun, et al. Preparation of waterborne polyurethane latex and study on its cladding of RDX[J]. *Journal of Propulsion Technology*, 2005,26(1): 89-92.
- [10] NIE Fu-de, ZHANG Juan, GUO Qiu-xia, et al. Sol-gel synthesis of nanocomposite crystalline HMX/AP coated by resorcinol-formaldehyde[J]. *Journal of Physics and Chemistry of Solids*. 2010, 71:109-113.
- [11] 宋华杰, 董海山, 郝莹. 对用 XPS 技术评价塑料粘结炸药造型粉包覆度的几点看法[J]. *兵工学报*, 2002, 23(1): 132-135.  
SONG Hua-jie, DONG Hai-shan, HAO Yin. Some views on the evaluation of degrees of coverage of plastics-bonded explosive's molding powder using X-ray photoelectron spectroscopy [J]. *Acta Armament*, 2002,23(1): 132-135.
- [12] 宋华杰, 董海山, 郝莹, 等. 氟聚合物与 TATB 界面作用的 XPS 评价[J]. *南京理工大学学报*,2002,26(3):303-307.  
SONG Hua-jie, DONG Hai-shan, HAO Ying, et al. Some views on the evaluation of degrees of coverage of plastics-bonded. *Journal of Nanjing University of Science and Technology*,2002, 26(3): 303-307.
- [13] 罗观, 黄辉, 张帅, 等. RDX 在 2,4-二硝基苯甲醚(DNAN)低共熔体系中的溶解度[J]. *含能材料*, 2012,20(4): 437-440.  
LUO Guan, HUANG Hui, ZHANG Shuai, et al. Solubility of RDX in melting DNAN/MNA [J]. *Chinese Journal of Energetic Materials (Hanneng Cailiao)*, 2012,20(4):437-440.
- [14] ZHANG Shuai, Zhao Tian-bo, LUO Guan, et al. HPLC approach to evaluate the degree of coverage of polymer-coated hexahydro-1, 3, 5-trinitro-1, 3, 5-triazine [J/OL]. *Chromatographia*. doi 10.1007/s 10337-012-2290-9.
- [15] 娄忠良, 孟子晖, 孟文君, 等. 高效液相色谱法分离 TAT 和 TRAT[J]. *火炸药学报*,2010,18(2): 226-228.  
LOU Zhong-liang, MENG Zi-hui, MENG Wen-jun, et al. Separation of TAT and TRAT using HPLC [J]. *Chinese Journal of Explosives & Propellants*, 2010,18(2): 226-228.
- [16] 刘永刚, 陈曙东, 罗顺火. 多组分炸药混合物中 CL-20 的高效液相色谱测定[J]. *化学研究与进展*, 2000,12(4): 446-448.  
LIU Yong-gang, CHEN Shu-dong, LUO Shun-huo. An HPLC method for analysis of CL-20 in an explosive mixture[J]. *Chemical Research and Application*, 2000,12(4): 446-448.

## Characterization of the Coverage of Polymer-coated RDX

ZHANG Shuai<sup>1,2</sup>, HUANG Hui<sup>1</sup>, LUO Guan<sup>1</sup>, ZHAO Tian-bo<sup>2</sup>, WANG Jia<sup>2</sup>, DING Hong-jing<sup>2</sup>, JIANG Wei<sup>2</sup>

(1. Institute of Chemical Materials, China Academy of Engineering Physics, Mianyang 621900, China; 2. Department of Chemistry, Beijing Institute of Technology, Beijing 100081, China)

**Abstract:** Coated RDX were prepared by water suspension coating method, spray coating method and demulsification method, using acrylonitrile-styrene (AS) copolymer, fluoro rubber (F2311), polyurethane elastomer (Estane5701) and waterborne polyurethane (WPU) as coating raw materials, respectively. The high performance liquid chromatography (HPLC) determination of coated particles, quantitative determination of the dissolution quantity of RDX and calculation of the adhesive coated degree of RDX were carried out. The characterization efficacy of HPLC, scanning electron microscope (SEM) and energy dispersive spectroscopy (EDS) was compared. Results show that using AS as raw material, the coated particles obtained by spray coating method have dense coating and perfect physical contact with the surface of RDX. The situation of incomplete coating is not detected by EDS. The degree of coverage obtained by HPLC is 96.24%.

**Key words:** analytical chemistry; high performance liquid chromatography(HPLC); coated degree; RDX

**CLC number:** TJ55; O65

**Document code:** A

**DOI:** 10.3969/j.issn.1006-9941.2014.01.012