

文章编号: 1006-9941(2013)06-0754-06

TATB 基 PBX 与硬质聚氨酯泡沫塑料的相容性

左玉芬, 陈捷, 熊鹰, 池钰, 王茜, 郝晓飞

(中国工程物理研究院化工材料研究所, 四川 绵阳 621900)

摘要: 用热重-红外(TG-IR)研究了 TATB 基高聚物粘结炸药(PBX)与硬质聚氨酯泡沫塑料(RPUF)之间在线性升温过程中的相互作用。结果显示,接触体系释出的气相产物组分基本上是两种独立组分释出的总和,没有新的组分产生。用微热量仪得到了 140 °C 下受热 10 d 内 TATB 基 PBX 与硬质聚氨酯泡沫塑料及二者接触体系的热量变化曲线。用红外和 X-射线光电子能谱表征了量热测试前后样品的表面结构和元素含量,显示接触后样品的表面结构和元素环境没有变化,表明 TATB 基 PBX 与聚氨酯泡沫塑料的相容性良好。

关键词: 物理化学; 高聚物粘结炸药(PBX); 聚氨酯泡沫塑料; 量热分析; X-射线光电子能谱(XPS); 热重-红外(TG-IR); 相容性
中图分类号: TJ55; O64 **文献标识码:** A **DOI:** 10.3969/j.issn.1006-9941.2013.06.013

1 引言

高聚物粘结炸药(PBX)是由单质炸药和高聚物粘结剂组成的一种复合材料,主要用于战斗部中,在使用、运输和贮存等过程中要经受不同的应力环境,尤其是温度的影响,而环境温度的反复变化可能导致 PBX 材料与其它武器材料之间的相容性发生变化,从而降低战斗武器使用的可靠性和安全性^[1]。在武器材料相容性研究方面,国内外从事含能材料安定性、相容性的研究人员,已对炸药、火工品与相关物间的宏观相容性进行了比较系统地研究,近年来,又结合现代仪器(如 GC-MS、XPS 及 FTIR 等)对部分材料释出的气氛以及材料表界面的结构变化进行了微观研究^[2-3]。本项目组曾从不同角度对 HMX 基 PBX 试件、硝酸酯炸药与聚氨酯粘接剂之间的相容性进行过研究^[4-5],陈捷等人曾利用化学反应性试验方法对 HMX 基 PBX 试件的热安定性及与高分子材料的相容性进行过研究^[6];对于 TATB 基高聚物粘接炸药及硬质聚氨酯泡沫塑料在一定应力作用下的结构、性能变化研究较多^[7-11],而针对 TATB 基高聚物粘接炸药与相关材料间的相容性研究报道则不多,为比较深入地研究其相容性变化,本实验以 TATB 基 PBX、硬质聚氨酯泡沫塑料(RPUF)为对象,研究了二者在一定条件下的相容性。

收稿日期: 2013-04-09; 修回日期: 2013-05-06

通讯联系人: 左玉芬(1965-)女,副研究员,主要从事含能材料热性能方面的研究。e-mail: 1127351225@qq.com

2 实验

2.1 试样

TATB 基 PBX: 造型粉,自制;硬质聚氨酯泡沫塑料(RPUF): $\Phi 10$ mm \times 4 mm 厚的薄片(室温下存放近 1a),根据实验所需剪裁大小,自制。

2.2 仪器和实验条件

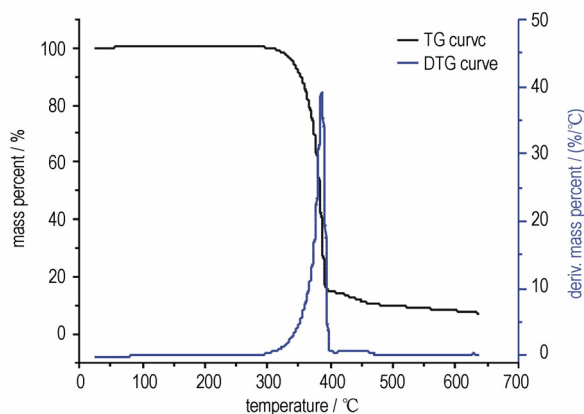
微热量仪,法国 SETARAM 公司 BT2.15 型;实验条件:恒温 140 °C; ESCALAB250 型 X-射线光电子能谱(XPS),英国 Thermo 公司,采用双阳极 Mg K α 射线(1253.6 eV)作为辐射源,通道能量在全扫描时为 100 eV,窄扫描时为 40 eV,扫描模式为 CAE,停留时间 100 ms,透镜模式为面积,真空度约为 8×10^{-9} mbar,每个样品的测试时间约为 3 min,以 C—C 键结合能 284.6 eV 定标,利用 Advantage 2.14 软件进行数据处理。傅里叶红外光谱仪(FTIR),KBr 压片,美国 Nicolet 公司 800 型,测试条件:分辨率为 4 cm $^{-1}$,背景和样品采集次数各 32 次,扫描速度 25 次 \cdot min $^{-1}$ 。热重-红外联用仪(TG-IR),实时跟踪仪为:红外光谱仪, NEXUS800;实验条件为:试样量约 1~2 mg,升温速率为 5 °C \cdot min $^{-1}$,气氛为 N $_2$ 。

3 结果与讨论

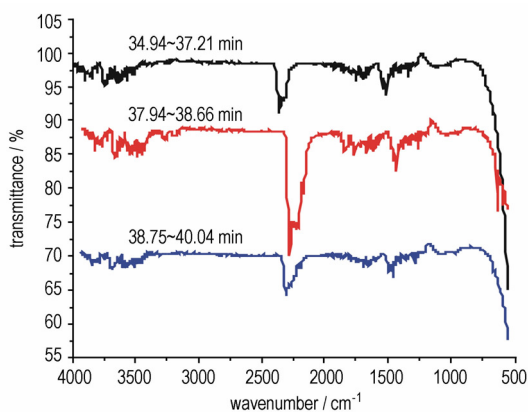
3.1 热重-红外(TG-IR)分析

为了研究 TATB 基 PBX 炸药与硬质聚氨酯泡沫

塑料在线性升温过程中的相容性,采用热重-红外联机技术对 TATB 基 PBX 炸药造型粉、硬质聚氨酯泡沫塑料及二者的接触体系进行分析,以解析二者之间的相互作用。TG-IR 分析结果见图 1~图 3。



a. TG-DTG curves



b. FTIR spectra

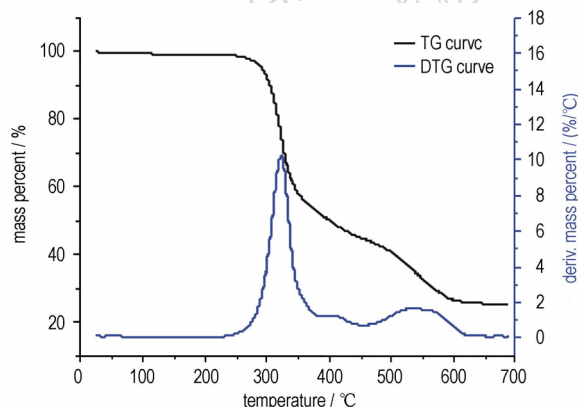
图 1 TATB 基 PBX 的气相产物红外谱图和 TG-DTG 曲线

Fig. 1 FTIR spectra and TG-DTG curves of the gas products for TATB based PBX

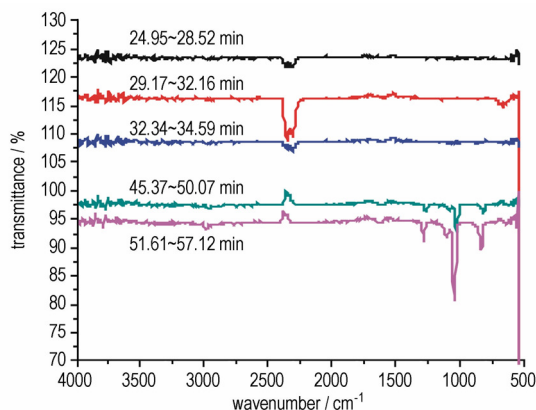
从图 1a 可以看出, TATB 基 PBX 在 301 °C 时开始明显分解失重, 至 402 °C 时, 质量损失率已达 84.9%; 从图 1b 可看出, 此阶段分解释出的气相产物组分主要有 CO_2 (峰位在 $2390 \sim 2280 \text{ cm}^{-1}$ 处, 属红外活性的反对称伸缩振动峰, 669 cm^{-1} 处的为 CO_2 弯曲振动峰)、 NO_2 (峰位在 1508 cm^{-1} 处, 属反对称伸缩振动峰) 和 N_2O (峰位分别在 2291 cm^{-1} 和 2250 cm^{-1} 处) 等, 且不同采集时间结果基本一致。

从图 2a 可以看出, 硬质聚氨酯泡沫塑料在 253 °C 时开始明显出现失重, 至 379 °C 时, 质量损失率已达 46.5%, 以后继续分解, 一直到 610 °C 时, 质量损失率达 73.6%; 从图 2b 可以看出, 此阶段分解释出的气相产物组分, 在 25 ~ 35 min 这个时间段基本上是一样的, 主要为

CO_2 (峰位在 $2381 \sim 2310 \text{ cm}^{-1}$ 处), 45.37 ~ 57.12 min 这个时间段释出的气相产物则主要为醇类 (峰位在 1264 cm^{-1} 和 1086 cm^{-1} 处, 分属于 $-\text{CH}_2-\text{OH}$ 的 O—H 面内弯形振动峰和 C—OH 的 C—O 的伸缩振动峰) 和 NH_3 (峰位在 815 cm^{-1} 处)。



a. TG-DTG curves



b. FTIR spectra

图 2 RPUF 的气相产物红外谱图和 TG-DTG 曲线

Fig. 2 FTIR spectra and TG-DTG curves of the gas products for RPUF

从图 3a 可以看出, TATB 基 PBX/RPUF 接触体系主要有两个比较明显的失重峰, 第一个起始失重温度为 274 °C, 至 350 °C 结束, 第二次起始失重温度为 360 °C, 至 395 °C 结束, 随着温度的升高, 失重继续进行; 从图 3b 可以看出, 接触体系在高温下分解释出的气相产物组分, 在 26.85 ~ 32.43 min 这个时间段释出的气相组分主要为 CO_2 (峰位在 $2352 \sim 2309 \text{ cm}^{-1}$ 处), 但在 37.61 ~ 38.26 min 这个时间段释出的气相组分则有 NH_3 (峰位在 $3334, 3264, 1338 \text{ cm}^{-1}$ 处)、 CO_2 (峰位在 $2352 \sim 2309 \text{ cm}^{-1}$ 处)、 N_2O (峰位在 2252 cm^{-1} 处)、 NO (峰位在 814 cm^{-1} 处)、 NO_2 (峰位在 1509 cm^{-1} 处) 等。

比较 TATB 基 PBX、硬质聚氨酯泡沫塑料两种独

立组分及二者接触体系释出的气相组分,可以发现 TATB 基 PBX/RPUF 接触体系释出的气相产物组分基本上是两种独立组分释出的总和,没有新的组分产生。可以说明 TATB 基 PBX 与硬质聚氨酯泡沫塑料在常压下没有发生相互作用。

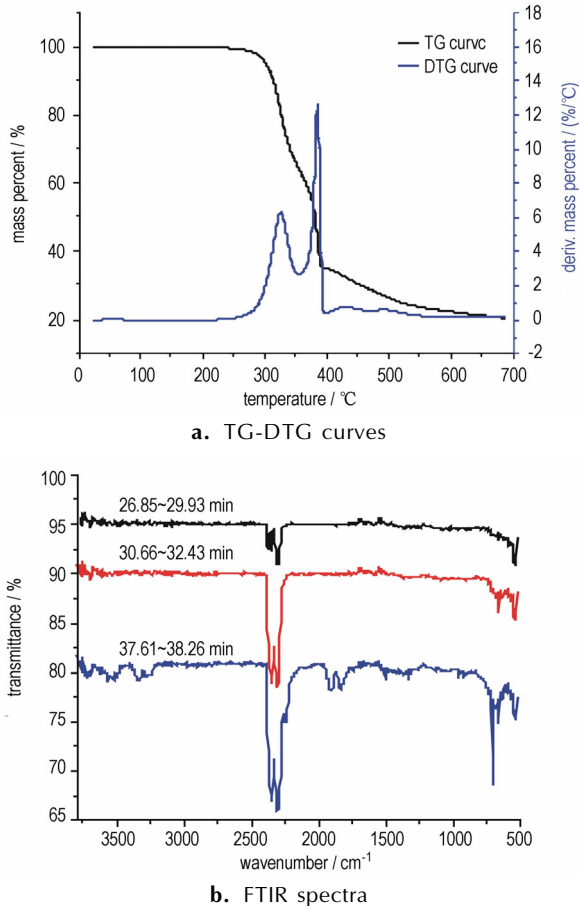


图3 PBX/RPUF 的气相产物红外谱图和 TG-DTG 曲线
Fig. 3 FTIR spectra and TG-DTG curves of the gas products for PBX/RPUF

3.2 热焓变化分析

为了研究 TATB 基 PBX 与硬质聚氨酯泡沫塑料在恒温过程中的相容性变化,采用 BT2.15 微热量热仪对在 140 °C 下连续受热近 10d 的 TATB 基 PBX 与硬质聚氨酯泡沫塑料的独立组分及二者接触体系(质量比 1:1)的热焓进行了分析,结果如图 4 所示。

观察量热测试完毕的硬质聚氨酯泡沫塑料外观,发现在受热后其颜色由开始的米黄色变成棕黄色,与 TATB 基 PBX 接触的硬质聚氨酯泡沫塑料在受热后其颜色变为棕色,比单一的硬质聚氨酯泡沫塑料颜色深。

从图 4 可以看出,TATB 基 PBX、硬质聚氨酯泡沫塑料及 TATB 基 PBX/RPUF 各体系在恒温 140 °C 下

不同反应时间周期内多表现为放热,但放热量都很小。硬质聚氨酯泡沫塑料的放热量明显大于 TATB 基 PBX 及 TATB 基 PBX/RPUF 的放热量,在刚受热的前 36 h,硬质聚氨酯泡沫塑料表现为吸热,这个阶段可能为硬质聚氨酯泡沫塑料由玻璃态向橡胶态转变的时间;受热 36 h 后呈现出放热,其放热量随着受热时间的增加逐渐增大,到 160 h 后逐渐减缓,说明硬质聚氨酯泡沫塑料在 140 °C 下持续受热一定时间,材料中固有的一些低分子物质如硅表面活性剂、聚醚及添加剂等从材料内部释出,同时这些小分子在这个过程中会进一步聚合;随着受热时间的持续,硬质聚氨酯泡沫塑料可能会出现一些老化降解现象^[10]。

比较 TATB 基 PBX/RPUF 接触体系的实测放热曲线(图 4 中曲线 C)与两个独立体系的放热量叠加绘制成的一条理论放热曲线(图 4 中曲线 D),发现 TATB 基 PBX 炸药/RPUF 接触体系的实测放热曲线位于理论放热曲线之下,参照国军标 GJB772A-1997 微热量热相容性评价标准^[12],认为 TATB 基 PBX 炸药与硬质聚氨酯泡沫塑料在 140 °C 下持续受热 10 d,二者之间的相容性没有发生变化。

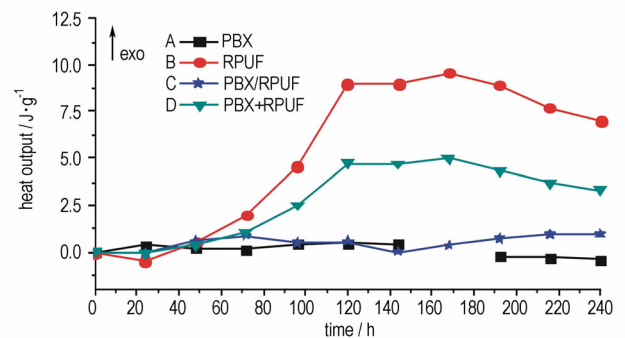


图4 140 °C 老化 10 天的 PBX、RPUF 及二者接触体系的吸(放)热量随时间的变化曲线

Fig. 4 The curves of change in heat output with time for PBX, RPUF and their contacted system during the aging by 140 °C/10 d

3.3 X 射线光电子能谱(XPS)分析

为了研究 TATB 基 PBX 与硬质聚氨酯泡沫塑料接触后在 140 °C 下连续受热 10 d 的元素环境变化,采用 XPS 测试了接触、非接触 TATB 基 PBX 及硬质聚氨酯泡沫塑料的表面元素含量和结合能值,结果见表 1、表 2。

从表 1 可以看出,与硬质聚氨酯泡沫塑料接触和未接触的 TATB 基 PBX 在 140 °C 下热处理 10 d 后,其 F、Cl 元素的结合能值均比未处理的大,说明其周围的化学环境发生了变化,这可能是 PBX 中的粘结剂氟橡胶 F₂₃₁₄ 在高温作用下发生了降解。郑敏侠等^[13]曾分

表 1 元素结合能测试结果

Table 1 Results of elemental binding energies

ev

materials	C1s	N1s(NH ₂)	O1s	F1s	Cl2p	Si2p
unaged PBX	284.8	398.0	531.4	687.1	199.4	-
thermally aged PBX	286.8	401.6	534.3	692.2	205.3	-
thermally aged PBX contacted with RPUF	286.5	401.7	534.5	692.2	205.1	-
unaged RPUF	284.1	399.1	531.6	-	-	100.7
thermally aged RPUF	285.9	401.2	535.4	-	-	102.5
thermally aged RPUF contacted with PBX	284.3	399.7	531.7	-	-	99.8

表 2 表面元素含量测试结果

Table 2 Results of surface element contents

%

materials	C1s	N1s(NH ₂)	O1s	F1s	Cl2p	Si2p	N/F
unaged PBX	35.7	19.3	18.8	20.8	5.5	-	0.93
thermally aged PBX	34.6	13.6	16.1	29.5	6.2	-	0.46
thermally aged PBX contacted with RPUF	35.1	13.5	16.2	29.2	6.0	-	0.46
unaged RPUF	59.3	3.6	25.6	-	-	8.4	-
thermally aged RPUF	62.7	4.6	25.3	-	-	6.5	-
thermally aged RPUF contacted with PBX	61.0	4.6	25.3	-	-	7.3	-

析过 F_{2314} 在 75 °C 下老化 4 月后的分子量变化情况, 发现其重均分子量和数均分子量都有所下降, 这也进一步说明其在高温作用下会发生降解。比较接触和未接触的 TATB 基 PBX 炸药元素结合能值, 发现二者之间的值差异不大, 说明上述变化均是炸药自身变化所致, 硬质聚氨酯泡沫塑料对其影响不大。

从表 1 还可看出, 与 TATB 基 PBX 接触处理后的硬质聚氨酯泡沫塑料, 其 N、O 元素的结合能值同未处理和热处理后硬质聚氨酯泡沫塑料的很接近, 表明 TATB 基 PBX 与硬质聚氨酯泡沫塑料在高温下接触处理一定时间, TATB 基 PBX 对硬质聚氨酯泡沫塑料的影响较小。

从表 2 的元素含量可以看出, 与硬质聚氨酯泡沫塑料接触和未接触的 TATB 基 PBX 在 140 °C 下热处理 10 d 后, 其 N 元素含量明显降低, F 元素含量明显增加, N/F 比值明显降低, 这也说明 TATB 基 PBX 中的粘结剂 F_{2314} 在 140 °C 的高温下, 从高弹态转变为粘流态, 具有一定的流动性能, 扩散开了将 TATB 包裹得更严密所致; 徐涛等^[14]采用 XPS 对 TATB 基 PBX 的表面结构进行了跟踪分析, 并以 N/F 的比例关系作为指标进行考察, 结果发现在不同温度下老化后的 TATB 基 PBX 表面 N/F 含量有下降的趋势, 但在贮存期为 9 个月后, 表面 N/F 基本保持不变, 说明在此过程中, 表面包覆的 F_{2314} 经过温度循环, 分子链逐渐冻结, 粘弹性不再发生变化, 表现在 PBX 表面上的元素

分布不再随温度和老化时间的影响发生变化。郑敏侠等^[13]对 F_{2314} 在 45, 55, 75 °C 下老化 4 月后的元素含量进行分析, 发现 F 元素的含量随贮存温度的升高有上升的趋势。这可能与 F_{2314} 为线性高分子链, 其 Cl 原子电负性较强, 分子链中相邻的原子相互排斥且彼此错开排列, 形成近似于间同立构的结构, 在一定温度范围内, 随温度升高, 分子链的运动能力明显增强, 促使 F_{2314} 不同组份之间发生了形变和迁移, 向粘弹相的变化趋势增强。

从表 2 还可看出, 与 TATB 基 PBX 接触和未接触的硬质聚氨酯泡沫塑料, 其元素含量均变化不大。

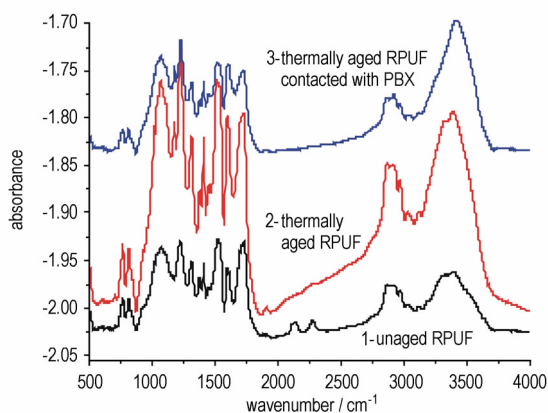
综合元素的结合能值和含量的分析结果, 认为 TATB 基 PBX 与硬质聚氨酯泡沫塑料在 140 °C 下热处理 10 d, 二者之间相互作用产生的变化不大。

3.4 表面结构分析

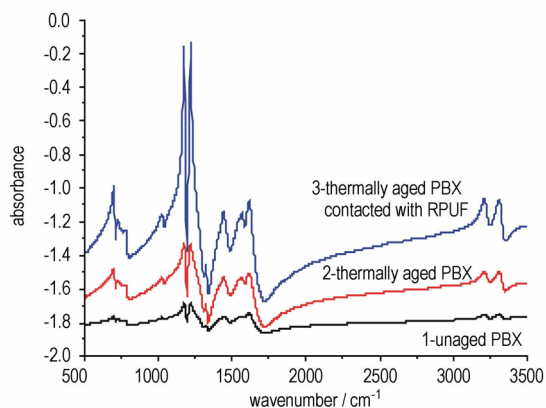
为了研究 TATB 基 PBX 炸药与硬质聚氨酯泡沫塑料接触后在 140 °C 下连续受热 10 d 的表面结构变化, 采用 FTIR 对接触、非接触 TATB 基 PBX 及硬质聚氨酯泡沫塑料分别进行了分析, 结果见图 5a 和图 5b。

图 5a 中曲线 1 为没有经过老化处理硬质聚氨酯泡沫塑料的红外光谱峰, 图中 3395 cm^{-1} 为 NH_2 的反对称伸缩振动峰, 3039 cm^{-1} 为芳烃的 C—H 伸缩振动峰, 2975 cm^{-1} 为 CH_3 的反对称伸缩振动峰, 2920 cm^{-1} 和 2869 cm^{-1} 分别为 (烷烃) CH_2 的反对称和对称伸缩振动峰, 2276 cm^{-1} 和 2135 cm^{-1} 为

—N—C=O的伸缩振动峰, 1729 cm^{-1} 为酯的 C=O 伸缩振动峰, $1597, 1515\text{ cm}^{-1}$ 为苯的 C=C 伸缩振动峰, 1412 cm^{-1} 属于酰胺的 C—N 变形振动峰, 1375 cm^{-1} 和 1312 cm^{-1} 分别为(烷烃) CH_2 的面外摇摆峰和扭动振动峰, $1226, 1178\text{ cm}^{-1}$ 为甲酸酯的 C—O 伸缩振动峰, 1068 cm^{-1} 为醇类的 C—OH 的伸缩振动峰, 813 cm^{-1} 和 766 cm^{-1} 为泡沫稳定剂的 Si— CH_2 伸缩振动峰。



a. RPUF



b. TATB based PBX

图5 RPUF 和 TATB 基 PBX 的红外谱图

Fig.5 FTIR spectra of RPUF and TATB based PBX

比较图 5a 中曲线 1, 2, 3, 发现与 TATB 基 PBX 炸药接触或未接触的硬质聚氨酯泡沫塑料在 $140\text{ }^\circ\text{C}$ 下持续受热 10 d 后, 其所有特征吸收峰与未老化的硬质聚氨酯泡沫塑料基本一致, 说明 TATB 基 PBX 炸药对硬质聚氨酯泡沫塑料的结构没有明显影响。但热处理后的硬质聚氨酯泡沫塑料中没有 —N—C=O 的伸缩振动峰, 这可能是硬质聚氨酯泡沫塑料在经过热处理后, 其中残留的一些小分子又继续参与聚合反应所致。

图 5b 中曲线 1 为 TATB 基 PBX 原样的红外光谱峰, 图中 3446 cm^{-1} 为 NH_2 的反对称伸缩振动峰,

3315 cm^{-1} 和 3213 cm^{-1} 为 NH_2 的对称伸缩振动峰, $1615 \sim 1567\text{ cm}^{-1}$ 和 1322 cm^{-1} 分别为 C— NO_2 的 NO_2 反对称和对称伸缩振动峰, 1445 cm^{-1} 为苯环的 C=C 伸缩振动峰, 1220 cm^{-1} 和 1175 cm^{-1} 为 C—F 的伸缩振动峰, 698 cm^{-1} 为 C—Cl 的伸缩振动峰。比较图 5b 中曲线 1, 2, 3, 发现与硬质聚氨酯泡沫塑料接触或未接触的 TATB 基 PBX, 其所有特征吸收峰与未老化的 TATB 基 PBX 完全一致。这说明硬质聚氨酯泡沫塑料对 TATB 基 PBX 结构没有明显的影响。

4 结论

TATB 基 PBX 与硬质聚氨酯泡沫塑料接触后在线性升温过程中释出的气相产物组分基本上是两种独立组分释出的总和, 没有新的组分产生; 在 $140\text{ }^\circ\text{C}$ 下持续受热 10 d, TATB 基 PBX 与硬质聚氨酯泡沫塑料的表面结构和元素环境没有变化, 说明二者之间的相容性没有发生变化。

参考文献:

- [1] Deininger J P, Tan Ski J A. A Methodology for Examining system Aging Due to Interactions Between Chemically Incompatible Materials[R]. LA-UR-99-3453. 2001.
- [2] David M Chambers. Solid phase microextraction analysis of B83 SLTS and Core B compatability[R]. UCRL-JC-133766. 1999.
- [3] 左玉芬, 程克梅, 徐瑞娟. HMX 与高聚物在老化过程中的相容性[J]. 化学研究与应用, 2004, 16(3): 330-332. ZUO Yu-fen, CHENG Ke-mei, XU Rui-juan. Compatibility of HMX and polymer in the aging process[J]. *Chemical Research and Application*, 2004, 16(3): 330-332.
- [4] 左玉芬, 熊鹰, 陈捷, 等. HMX 基 PBX 试件与聚氨酯粘接剂之间的相容性[J]. 含能材料, 2012, 20(5): 587-591. ZUO Yu-fen, XIONG Ying, CHEN Jie, et al. Compatibility of HMX based PBX specimens and polyurethane gum[J]. *Chinese Journal of Energetic Materials (Hanneng Cailiao)*, 2012, 20(5): 587-591.
- [5] 左玉芬, 余凤涓, 程克梅. 一定条件下硝酸酯炸药与聚氨酯胶的相互作用研究[J]. 化学研究与应用. 2008, 20(6): 691-695. ZUO Yu-fen, YU Feng-mei, CHENG Ke-mei. Interaction of nitrate ester explosive and polyurethane binder[J]. *Chemical Research and Application*, 2008, 20(6): 691-695.
- [6] 陈捷, 彭强, 钱文. HMX 基 PBX 试件的热安定性及与高分子材料的相容性[J]. 含能材料, 2011, 19(6): 661-663. CHEN Jie, PENG Qiang, QIAN Wen. Thermal Safety and compatibilities with silicone rubber cushion and polyurethane of PBX specimen based on HMX[J]. *Chinese Journal of Energetic Materials (Hanneng Cailiao)*, 2011, 19(6): 661-663.
- [7] 李明, 温茂萍, 何强, 等. TATB 基高聚物粘结炸药的蠕变特性研究[J]. 含能材料, 2005, 13(3): 150-154. LI Ming, WEN Mao-ping, HE Qiang, et al. The compressive creep behavior of TATB based PBX[J]. *Chinese Journal of Energetic Materials (Hanneng Cailiao)*, 2005, 13(3): 150-154.

- [8] 李敬明,温茂萍,黄毅民. 热循环对 TATB 基高聚物粘结炸药性能的影响研究[J]. 含能材料,2005,13(4): 208-210.
LI Jing-ming, WEN Mao-ping, HUANG Yi-min. Effect of thermal cycling test on the properties of TATB based PBX[J]. *Chinese Journal of Energetic Materials(Hanneng Cailiao)*, 2005,13(4): 208-210.
- [9] 曹阳,聂福德,李越生. TATB 基 PBX 复合材料的微观结构分析[J]. 火炸药学报,2004,27(3): 58-61.
CAO Yang, NIE Fu-de, LI Yue-sheng. Analysis of microstructure of TATB based PBX[J]. *Chinese Journal of Explosives & Propellants*,2004,27(3): 58-61.
- [10] 徐瑞娟,杨秀兰,姜艳. 硬质聚氨酯泡沫塑料热老化行为研究[R]. 中国国防科学技术报告,GF-A0092170G.
XU Rui-juan, YANG Xiu-lan, JIANG Yan. Study on the thermal aging behavior of rigid polyurethane foam[R]. GF-A0092170G.
- [11] 刘元俊,贺传兰,邓建国,等. 硬质聚氨酯泡沫塑料室内贮存老化机理研究[J]. 含能材料,2006,14(1):56-58.
LIU Yuan-jun, HE Chuan-lan, DENG Jian-guo. et al. Aging mechanism of rigid polyurethane foams at indoor storage conditions[J]. *Chinese Journal of Energetic Materials(Hanneng Cailiao)*, 2006,14(1): 56-58.
- [12] GJB772A-1997 炸药试验方法 方法 502.2 安定性和相容性 微热量热法[S]. 北京: 中国标准出版社.
- [13] 郑敏侠,程克梅,罗毅威,等. F₂₃₁₄ 加速热老化后性能分析[J]. 合成材料老化与应用,2006,35(1): 20-23.
ZHENG Min-xia, CHEN Ke-mei, LUO Yi-wei, et al. Studying the change of F₂₃₁₄ performance in an accelerated ageing system[J]. *Synthetic Materials Aging and Application*, 2006,35(1): 20-23.
- [14] 徐涛,程克梅,钟发春,等. HMX、TATB 基 PBX 炸药老化规律研究[R]. 中国工程物理研究院化工材料研究所,2005.
XU Tao, CHEN Ke-mei, ZHONG Fa-chun, et al. Aging rules of HMX based and TATB based PBX explosives[R]. Institute of Chemical Materials, CAEP 2005.

Compatibility of TATB Based PBX Explosive and Rigid Polyurethane Foam

ZUO Yu-fen, CHEN Jie, XIONG Ying, CHI Yu, WANG Lin, HAO Xiao-fei

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

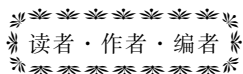
Abstract: The interaction of TATB based PBX with rigid polyurethane foam (RPUF) in the linear heating-up process was investigated by TG-IR. The results show that the gas phase products released from the contact system are basically sum of the gas phase products released from the two isolated compositions and no new gas products occur. The curves of change in heat output for TATB based PBX, rigid polyurethane foam(RPUF) and their contacted system during the aging by 140 °C/10 d were obtained by a microcalorimeter. The surface structures and element contents of the samples before and after heated were characterized by IR and XPS, revealing that the surface structures and element surrounding of the samples before and after contacted do not change and TATB based PBX and polyurethane foam have good compatibility.

Key words: physical chemistry; polymer bonded explosives(PBX); polyurethane foam; calorimetry; X-ray photoelectro spectrum (XPS); thermogravimetry-infrared spectrum (TG-IR); compatibility

CLC number: TJ55; O64

Document code: A

DOI: 10.3969/j.issn.1006-9941.2013.06.013



2013 国际推进剂、炸药、烟火技术秋季研讨会在蓉成功举办

2013 国际推进剂、炸药、烟火技术秋季研讨会于 9 月 24~27 日在成都成功举办。会议由中国兵工学会,北京理工大学,南京理工大学,中国工程物理研究院化工材料研究所,应用物理化学重点实验室(陕西应用物理化学研究所)、中北大学联合主办;北京理工大学火炸药研究院协办;由爆炸科学与技术国家重点实验室(北京理工大学)和西南科技大学承办。

中国工程物理研究院孙承伟院士、国际烟火学会前主席 Mr Rutger WEBB、美国 Karl Rink 教授任会议主席。孙承伟院士主持了开幕式。来自中国、美国、英国、俄罗斯、加拿大、荷兰、捷克、韩国等百余名科研工作者及学者参加了会议。会上会下参会者分别就推进剂、炸药和烟火药剂的合成、性能表征、配方原则及制备工艺,含能材料的热分析与稳定性,起爆、爆轰及其效应,感度与安全性等方面的最新研究进展进行了交流与讨论。

“国际推进剂、炸药、烟火技术秋季研讨会”已开展了 10 届,本次会议的召开将进一步促进我国相关领域的发展和繁荣,增进国内外学者之间的学术交流。

(中国工程物理研究院化工材料研究所 陈玲 供稿)