

文章编号: 1006-9941(2000)04-0171-04

## 温湿度作用下炸药与相关物的相容性研究

左玉芬, 罗雪梅, 周建华

(中国工程物理研究院化工材料研究所, 四川 绵阳 621900)

**摘要:** 将 JH9005 (RDX/PVB/WAX) 和 JBO9013 (TATB/HMX/F<sub>2311</sub>/AS/WAX) 炸药分别与 CG47-2<sup>#</sup> 胶、LY12 铝、1Cr18Ni9Ti 不锈钢两两接触, 然后采用变温-变湿和变温-恒湿两种方法对这种两两接触的体系进行湿热循环处理, 并用 VST、TG、DTA 和布氏压力计法对体系的相容性进行了测定。结果表明: (1) 在室温至 98 °C 的变温-变湿条件下, JH9005 和 JBO9013 同 CG47-2<sup>#</sup> 胶不相容, 同 LY12 铝、1Cr18Ni9Ti 不锈钢相容; (2) 在 20~75 °C 变温-恒湿(90% RH) 条件下, JH9005 和 JBO9013 与 CG47-2<sup>#</sup> 胶、LY12 铝、1Cr18Ni9Ti 不锈钢均相容。

**关键词:** 炸药; 相容性; 湿热循环

**中图分类号:** O65; TQ560.71

**文献标识码:** A

### 1 引言

炸药与接触物间的相容性,除了与各自的组分相关以外,还与接触体系所处环境参量的变化紧密相关,在武器的长期储存过程中,有两个重要的环境参量影响着相容性,一是温度,二是湿度<sup>[1]</sup>。我们曾研究了温度对接触物间相容性的影响,但对湿度以及温、湿度共同作用下炸药与接触物间的相容性规律则缺乏系统的认识,为此,我们选取 JH9005、JBO9013 与 CG47-2<sup>#</sup> 胶、LY12 铝、1Cr18Ni9Ti 不锈钢作为研究对象,以考察其接触相容性。我们对这些样品(即两两物质接触构成的体系)做了恒温-恒湿处理,并与未处理的样品进行了对比,结果发现两种炸药同三种接触物均表现出较好的相容性,在此基础上,我们对样品又分别进行了变温-变湿和变温-恒湿的长期湿热循环处理,并对处理后的样品进行了相容性评价,对部分样品进行了红外光谱分析,以考察湿热循环处理后或相关物两两接触作用后的结构变化。

### 2 实验

#### 2.1 试样

JH9005(造型粉)、JBO9013(造型粉)和 CG47-2<sup>#</sup>

胶(已固化)均由本所提供,LY12 铝(小碎片)、1Cr18Ni9Ti 不锈钢(小碎片)为市购品,接触体系试样以 1:1(质量比)方式混合。

#### 2.2 实验方法

为了考察温湿度对样品相容性的影响,我们分别对样品进行了变温-变湿及变温-恒湿处理,以观察体系的变化,并对处理后的部分样品进行了红外光谱分析,对处理后的样品分别进行了真空安定性试验(VST)、热重(TG)、布氏压力计法及差热分析(DTA)测试。

##### 2.2.1 变温-变湿实验

将单一物质及两两构成的接触体系置于图 1 所示的玻璃缸内,(缸下部盛装过饱和硝酸钾溶液,考虑温度升高时, KNO<sub>3</sub> 的溶解度会增大,所以在常温配制时,让其充分过饱和,以便温度升高时仍能处于饱和状态),加密封盖后置于加热装置中,从室温开始,在 10 h 内逐步升温至 98 °C,然后缓慢降至室温,每 24 h 循环一次,共循环 30 次。

##### 2.2.2 变温-恒湿实验

将单一物质及两两构成的接触体系置于湿热烘箱中,从 20 °C 开始,以 2.5 °C·min<sup>-1</sup> 的升温速率逐步升至 75 °C,然后缓慢降至 20 °C,湿度为 90% RH,由饱和硝酸钾溶液控制,每 24 h 循环一次共循环 45 次。

收稿日期: 2000-03-22; 修回日期: 2000-08-24

作者简介: 左玉芬(1965-)女,助理研究员,主要从事热分析工作。

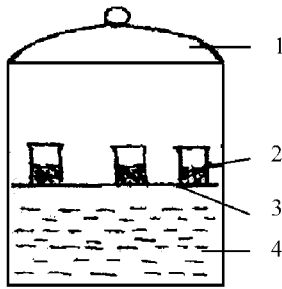


图 1 变温 - 变湿装置示意图

1—密封盖, 2—样品杯, 3—带孔隔板, 4—饱和溶液

Fig. 1 Schematic diagram of variable

temperature-variable moisture

1—sealed cover, 2—glass containing sample,

3—baffle plate with hole, 4—saturated solution

### 3 结果与讨论

#### 3.1 湿热循环处理后样品的表现变化

样品在经过 20 ~ 75 °C 变温 - 恒湿 (90% RH) 循环处理后, 无论是单组分试样, 还是两两接触体系中的 JH9005、JBO9013、1Cr18Ni9Ti 不锈钢、LY12 铝均无明显变化, CG47 - 2<sup>#</sup> 胶颜色只略微变深, 而同样的样品经过室温至 98 °C 的变温 - 变湿处理后, CG47 - 2<sup>#</sup> 胶的颜色明显加深, 由浅黄变至褐色。

#### 3.2 VST、TG 及布氏压力计法的实验结果

VST、TG 及布氏压力计法实验均需将试样在 50 °C 的真空烘箱中恒温处理 4h 以上, 单一试样量约 2.5 g, 接触体系试样量约 5.0 g, 三种实验反应温度均为 100 °C, VST 反应时间为 40 h, TG 及布氏压力计法反应时间为 48 h。所得实验结果见表 1、表 2 所示。

表 1 变温 - 变湿处理后试样的 VST、TG  
及布氏压力计法测试结果

Table 1 The results obtained by VST, TG and Bourdon  
manometer method for samples after treating under the conditions  
of variable temperature and moisture

试样	VST	TG	布氏压力计法
	放气量/ml	失重/%	放气量/ml. g <sup>-1</sup>
JBO9013	0.30	0.20	0.589
JH9005	0.16	0.05	0.154
CG47 - 2 <sup>#</sup> 胶	0.34	2.31	0.564
JBO9013/LY12 铝	0.45	0.17	0.475
JBO9013/CG47 - 2 <sup>#</sup> 胶	1.83	8.11	3.377
JBO9013/不锈钢	0.32	0.09	0.342
JH9005/LY12 铝	0.40	0.06	0.358
JH9005/CG47 - 2 <sup>#</sup> 胶	2.22	7.64	3.771
JH9005/不锈钢	0.13	0.02	0.102

表 2 变温 - 恒湿处理后试样的 VST、TG

及布氏压力计法测试结果

Table 2 The results obtained by VST, TG and Bourdon  
manometer method for samples after treating under the conditions  
of variable temperature and constant moisture

试样	VST	TG	布氏压力计法
	放气量/ml	失重/%	放气量/ml. g <sup>-1</sup>
JBO9013	0.20	0.15	0.830
JH9005	0.06	0.10	0.092
CG47 - 2 <sup>#</sup> 胶	0.34	0.69	0.521
JBO9013/LY12 铝	0.31	0.11	0.876
JBO9013/CG47 - 2 <sup>#</sup> 胶	0.44	0.71	1.151
JBO9013/不锈钢	0.26	0.15	0.699
JH9005/LY12 铝	0.17	0.08	0.193
JH9005/CG47 - 2 <sup>#</sup> 胶	0.44	0.65	0.873
JH9005/不锈钢	0.04	0.12	0.037

#### 3.3 DTA 实验结果

所用仪器为北京分析仪器厂制造的差热分析仪, 实验条件为: 加热速率 10 °C · min<sup>-1</sup>, 量程 50 μV, 反应气氛为空气, 单一样品量约 2 mg, 混合试样量约 4 mg。所得实验结果如表 3 所示 (表中 T<sub>p</sub> 为 DTA 峰顶温度)。

表 3 湿热循环处理后试样的 DTA 测试结果

Table 3 DTA results of samples after treating  
by temperature and moisture circulation

试样	T <sub>p</sub> <sup>1)</sup> /°C	T <sub>p</sub> <sup>2)</sup> /°C
JBO9013	277.4	277.8
JH9005	234.4	239.2
CG47 - 2 <sup>#</sup> 胶	384.2	386.3
JBO9013/CG47 - 2 <sup>#</sup> 胶	244.3	274.8
JBO9013/LY12 铝	276.2	276.8
JBO9013/不锈钢	276.8	277.8
JH9005/CG47 - 2 <sup>#</sup> 胶	220.8	235.6
JH9005/LY12 铝	230.4	241.3
JH9005/不锈钢	231.8	242.8

注: 1) 变温变湿处理后结果; 2) 变温恒湿处理后结果。

由表 1 ~ 表 3 的结果可知: 同样的样品经过不同条件的湿热循环处理, 其相容性结果有所不同。由表 1 和表 2 的结果可知: 在经历室温至 98 °C 的变温 - 变湿处理后, JH9005、JBO9013 与 LY12 铝、1Cr18Ni9Ti 不锈钢之间呈现较好的相容性, 而与 CG47 - 2<sup>#</sup> 胶判为不相容 (尽管其净增放气量分别为 1.72 ml 及 1.19 ml

属相容范围<sup>[2]</sup>,但布氏压力计法  $V_H > 2 \text{ ml} \cdot \text{g}^{-1}$ ,失重大于 5.0%,因此判体系安定性为不合格);表 3 中也显示出类似的相容性结果: JH9005、JBO9013 分别与 LY12 铝、1Cr18Ni9Ti 不锈钢的接触体系的  $\Delta T_p \leq 4 \text{ }^\circ\text{C}$ ,判为相容,而与 CG47-2<sup>#</sup>胶接触体系的  $\Delta T_p > 5 \text{ }^\circ\text{C}$ ,属不相容<sup>[3]</sup>。而经历 20~75  $^\circ\text{C}$  变温-恒湿(90% RH)处理后, JH9005、JBO9013 同所有接触材料均呈现较好的相容性。

上述湿热处理方式对试样相容性有一定影响,这是因为:变温-变湿处理方式上限温度较高,样品所处环境的湿度也较高,在历经几十次循环冲击后,样品中的组分已发生了较为明显的变化,如炸药的分解,高分子材料的降解,或 CG47-2<sup>#</sup>胶固化导致一些小分子

物质生成,这些小分子物质对炸药的分解或 CG47-2<sup>#</sup>胶的固化起进一步的催化作用,从而导致 JBO9013/CG47-2<sup>#</sup>胶、JH9005/CG47-2<sup>#</sup>胶分解峰温分别提前 33.1  $^\circ\text{C}$  和 13.6  $^\circ\text{C}$ ,净增放气量增大。而 20~75  $^\circ\text{C}$  变温-恒湿(90% RH)处理作为一种正常的湿热循环处理程序,因温度低、湿度恒定,虽经 45 次循环冲击,对 JH9005、JBO9013 与所有接触材料所构成的试样体系均无明显的影响,表现为基本相容。

为了考察,经过变温-变湿循环处理后试样的结构变化,我们对 JBO9013、JH9005、CG47-2<sup>#</sup>胶单一试样以及 JBO9013/CG47-2<sup>#</sup>胶和 JH9005/CG47-2<sup>#</sup>胶接触体系中的各个单组分的结构分别进行了红外光谱测定,结果如图 2。

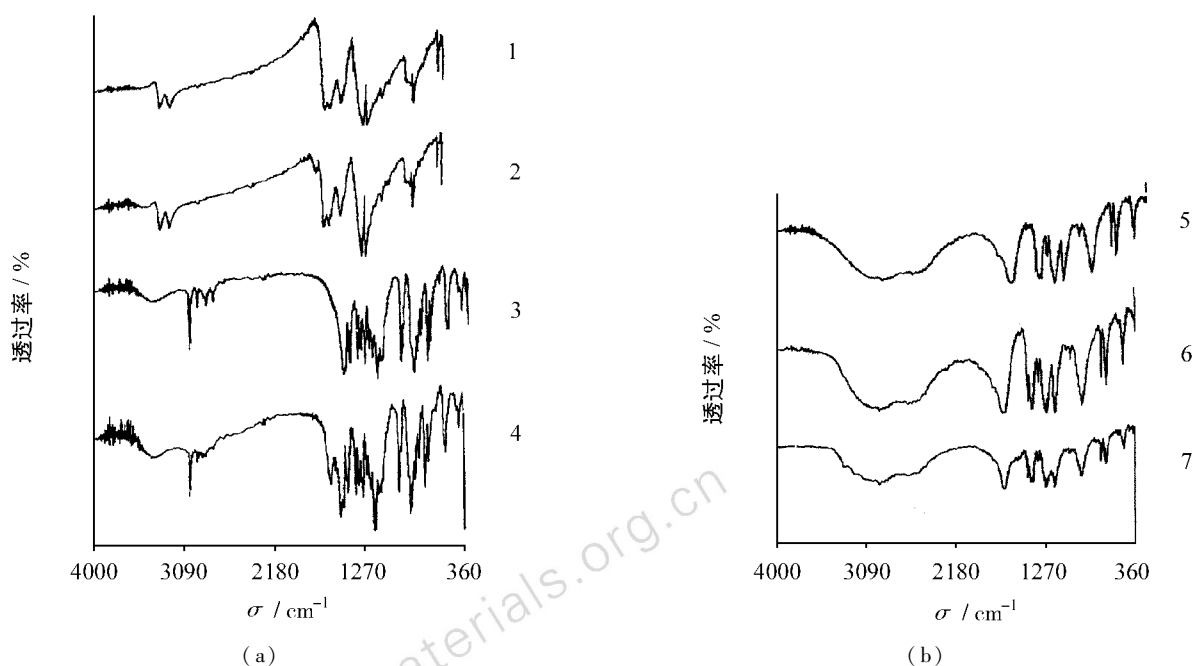


图 2 红外光谱图

1—JBO9013, 2—与 CG47-2<sup>#</sup>胶作用后的 JBO9013, 3—JH9005, 4—与 CG47-2<sup>#</sup>胶作用后的 JH9005, 5—CG47-2<sup>#</sup>胶, 6—与 JH9005 作用后的 CG47-2<sup>#</sup>胶, 7—与 JBO9013 作用后的 CG47-2<sup>#</sup>胶

Fig. 2 IR spectra for samples

1—JBO9013, 2—JBO9013 reacted with CG47-2<sup>#</sup> binder, 3—JH9005, 4—JH9005 reacted with CG47-2<sup>#</sup> binder, 5—CG47-2<sup>#</sup> binder, 6—CG47-2<sup>#</sup> binder reacted with JH9005, 7—CG47-2<sup>#</sup> binder reacted with JBO9013

由图 2(a)可见,与 CG47-2<sup>#</sup>胶作用后的 JBO9013,在 1704  $\text{cm}^{-1}$ 、1698  $\text{cm}^{-1}$ 处出现了新峰(曲线 2);与 CG47-2<sup>#</sup>胶作用后的 JH9005,在 1694  $\text{cm}^{-1}$ 、1656  $\text{cm}^{-1}$ 、1657  $\text{cm}^{-1}$ 处出现了新峰(曲线 4),表明在变温-变湿条件下, JBO9013、JH9005 与 CG47-2<sup>#</sup>胶作

用后,可能产生了新的物质,其准确的归属尚无法确认,但可以推测,这些新物质很可能是炸药分解产物。

由图 2(b)可见与 JH9005 作用后的 CG47-2<sup>#</sup>胶(曲线 6)无明显变化,与 JBO9013 作用后的 CG47-2<sup>#</sup>胶在 1620  $\text{cm}^{-1}$ 、1570  $\text{cm}^{-1}$ 、1541  $\text{cm}^{-1}$ 、1222  $\text{cm}^{-1}$ 、

804  $\text{cm}^{-1}$ 处出现了新峰(曲线7),表明在变温-变湿条件下,CG47-2<sup>#</sup>胶与JBO9013作用后产生了新的物质,这些新物质很可能是炸药分解产物氧化或CG47-2<sup>#</sup>胶进一步固化所产生的。

#### 4 结论

(1) 在室温至98℃的变温-变湿条件下,JH9005和JBO9013同CG47-2<sup>#</sup>胶不相容,同LY12铝、1Cr18Ni9Ti不锈钢相容。

(2) 在20~75℃的变温-恒湿(90%RH)条件下,JH9005和JBO9013与LY12铝、1Cr18Ni9Ti不锈钢及CG47-2<sup>#</sup>胶均相容。

致谢:对刘家彬、尉淑琼、王晓川、夏敬琼等人对本课题所做的工作,表示感谢。

#### 参考文献:

- [1] 吴承云,于荫林,等.炸药模拟环境温湿度试验技术研究[J].兵工学报/火化工分册,1996,18(2):27-31.
- [2] GJB772A-97方法501.1真空安定性试验,汞压力计法[S].
- [3] GJB772A-97方法502.1差热分析和差示扫描热法[S].

## Compatibility of Explosives with Relative Materials under the Conditions of Temperature and Moisture Circulation

ZUO Yu-fen, LUO Xue-mei, ZHOU Jian-hua

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

**Abstract:** The binary systems of JH9005 and JBO9013 with CG47-2<sup>#</sup> binder, LY12 aluminum and 1Cr18Ni9Ti stainless steel are treated by two methods of temperature and moisture circulation. The compatibility of the binary system is studied by VST, TG, DTA and Bourdon manometer method. Conclusions are drawn as follows: (1) JH9005 and JBO9013 are incompatible with CG47-2<sup>#</sup> binder from room temperature to 98℃ along with variable moisture while they are compatible with LY12 aluminum and 1Cr18Ni9Ti stainless steel under the same conditions. (2) JH9005 and JBO9013 are compatible with each of CG47-2<sup>#</sup> binder, LY12 aluminum and 1Cr18Ni9Ti stainless steel under conditions of constant moisture of 90% RH and variable temperature from 20~75℃.

**Key words:** explosive; compatibility; moisture-temperature circulation.

### 本刊加入《中国学术期刊(光盘版)》和“中国期刊网”的声明

为适应我国信息化建设需要,扩大作者学术交流渠道,本刊已加入《中国学术期刊(光盘版)》和“中国期刊网”,其作者著作权使用费交中国版权保护中心统一分配。如作者不同意将文章编入该数据库,请在来稿时声明,本刊将做适当处理。