

文章编号: 1006-9941(2000)04-0178-03

高聚物粘结炸药与金属的接触腐蚀研究

徐涛, 黄黎明, 房永曦

(中国工程物理研究院化工材料研究所, 四川 绵阳 621900)

摘要: 利用 XPS 和激光共聚焦扫描显微镜等表面分析技术研究了高聚物粘结炸药 (TATB 或 HMX 为基) 与不锈钢 (1Cr18Ni9Ti)、铝 (LY-12) 接触后, 混合炸药成分、相对湿度以及温度对金属的腐蚀, 对其腐蚀产物进行了定性及定量检测。结果表明: 湿度对金属腐蚀最大, 混合炸药成分对金属也有腐蚀, 炸药中所含无机氯离子对金属腐蚀有促进作用。

关键词: 高聚物粘结炸药; 金属; 腐蚀

中图分类号: TQ560

文献标识码: A

1 引言

近年来, 炸药及相关组分与接触材料之间的作用已经引起广泛的关注。炸药对金属的腐蚀主要有两条途径: 接触腐蚀和气氛腐蚀。炸药与所接触的金属之间可能发生物理或化学作用。然而到目前为止, 还没有一个快速且准确的方法分析炸药对金属的腐蚀机理, 也不能对金属腐蚀产物作定性、定量的分析。本实验利用 XPS 和激光共聚焦扫描显微镜等表面分析技术, 考察了温度、湿度、炸药成分对金属腐蚀的影响。

2 实验

2.1 样品制备

将 1Cr18Ni9Ti 和 LY-12 加工成 $>15\text{ mm} \times 5\text{ mm}$ 圆片, 在丙酮溶液中清洗后, 用棉花将其拭干; 将高聚物粘结炸药 (TATB 或 HMX 为基) 加工成 $>15\text{ mm} \times 8\text{ mm}$ 药柱。

2.2 样品贮存

将加工好的金属片分别与炸药柱上、下表面接触, 然后放于小烧杯中, 分四组进行贮存: 第一组放于空气敞开体系中长贮; 第二组放于加有自来水的干燥器中, 在 $70\text{ }^\circ\text{C}$ 的烘箱中贮存两个月, 湿度约为 99% RH; 第三组放于加入饱和盐溶液的干燥器中, 在 $70\text{ }^\circ\text{C}$ 的

烘箱中贮存两个月, 湿度约为 60% ~ 80% RH; 第四组放入一空干燥器中, 在 $70\text{ }^\circ\text{C}$ 的烘箱中贮存两个月, 湿度约为 20% ~ 30% RH。

2.3 主要仪器

XSAM-800 电子能谱仪 (英国 KRATOS 公司生产); MRC-1000 激光共聚焦扫描显微镜 (美国 Bio-Rad 公司生产)。

3 实验结果和讨论

3.1 环境条件对金属腐蚀的影响

经过四种不同方式贮存后, 金属的腐蚀程度有明显差别, 用激光共聚焦扫描显微镜观测到的图像如图 1~图 4 所示, 未与炸药接触的不锈钢显微图像如图 5 所示。放大倍数均为 100 倍。

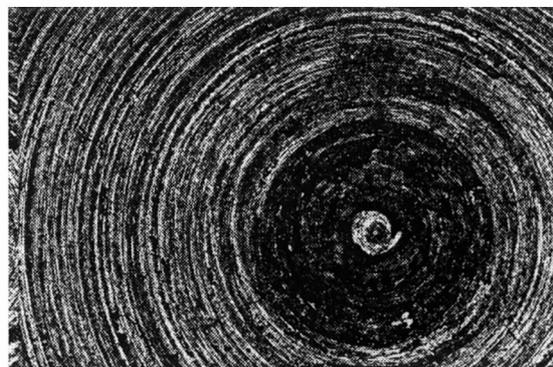


图 1 与 TATB 混合炸药接触五个月的不锈钢 (室温、空气中)
Fig. 1 Photograph of stainless steel contacting with TATB for five months (at room temperature)

收稿日期: 1999-11-12; 修回日期: 2000-01-20

作者简介: 徐涛 (1973-), 女, 主要从事含能材料及相关物的理化分析。

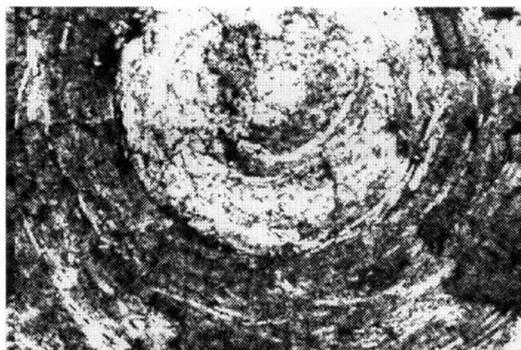


图2 与TATB基炸药接触两个月后的不锈钢
(70 °C, 60天, 99% RH)

Fig.2 Photograph of stainless steel contacting with TATB after accelerated aging tests for 2 months(70 °C, 60 days, 99% RH)

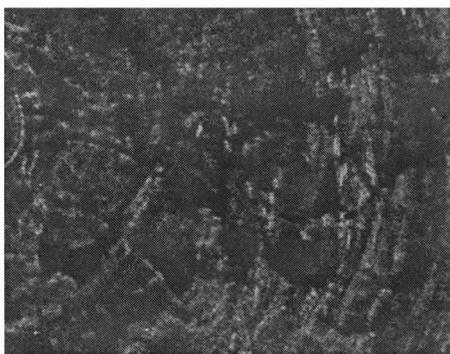


图3 与TATB基炸药接触两个月后的不锈钢
(70 °C, 60天, 60% ~ 80% RH)

Fig.3 Photograph of stainless steel contacting with TATB after accelerated aging tests for 2 months(70 °C, 60 days, 60% ~ 80% RH)

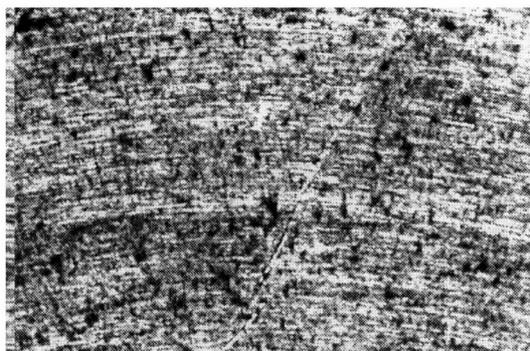


图4 与TATB基炸药接触两个月后的不锈钢
(70 °C, 60天, 20% ~ 30% RH)

Fig.4 Photograph of stainless steel contacting with TATB after accelerated aging tests for 2 months(70 °C, 60 days, 20% ~ 30% RH)

从图1可看出:在室温下、空气中与TATB基药柱接触贮存了五个月的金属无肉眼可见腐蚀,仅在显微镜中能观察到光洁度稍差的中心部位有点腐蚀现象;图2表明,经湿度和温度同时作用后,金属的腐蚀程度明显加剧,金属表面出现大面积的锈蚀;从图1与图4可看出温度的升高对金属的腐蚀有加速作用,金属表面的腐蚀点增多;从图3与图4也可看出湿度越大对金属腐蚀越明显,腐蚀面积越大。上述结果表明,温、湿度对金属腐蚀的影响很大。不锈钢、铝与HMX基混合炸药接触贮存时,腐蚀状态与TATB基混合炸药相同,腐蚀规律与上述一致,但腐蚀程度有所减轻。证明TATB基炸药对金属的腐蚀比HMX基炸药较为严重。

3.2 混合炸药对金属腐蚀的影响

从图2~4与图5的对比中可看出(在相同贮存条件下),与炸药接触的金属表面腐蚀程度明显比未接触的金属表面腐蚀程度大,这说明在贮存过程中混合炸药与金属发生了作用。我们利用XPS技术进一步分析炸药成分对金属腐蚀的影响。



图5 未与炸药接触的不锈钢

Fig.5 Photograph of stainless steel before contacting with explosive

在XPS图谱(图略)中,出现了 Fe_{2p_1} 、 Fe_{2p_2} 、 Al_{2p} 的光电子特征吸收峰,表明1Cr18Ni9Ti中Fe被氧化成了 Fe^{2+} 和 Fe^{3+} ,LY-2中Al也被氧化成 Al^{3+} 。在LY-12表面检测到有F元素,而在1Cr18Ni9Ti表面未发现F元素,这说明LY-12对F橡胶的粘附力强,对炸药的长贮不利。此外,我们还发现以TATB为基的混合炸药与1Cr18Ni9Ti和LY-12接触后,金属接触面均检测到Cl元素,这可以解释TATB对金属的腐蚀较HMX严重。因为TATB中一般含有0.3%左右的无机氯,卤素离子能使金属表面的钝化膜发生活化,致使金属更易被气氛中的水分及酸性源侵蚀。

4 结 论

(1) 湿度是金属腐蚀的最主要因素之一,在一定湿度下,温度升高会加快金属的腐蚀,因此,在金属与炸药部件进行长贮时,应避免过高的温度与湿度。

(2) 混合炸药(TATB 基、HMX 基)与金属长期接触贮存时,由于炸药与金属长期作用引起反应使金属表面形成非金属夹杂,引起金属晶格畸变、能量增高,使该处的金属原子更容易与气氛中的水分子及酸性源作用,发生锈蚀。

(3) TATB 基混合炸药与金属接触贮存时,炸药中所含卤素离子能使金属表面的钝化膜发生活化,致使金属更易被气氛中的水分及酸性源腐蚀。因此,降

低炸药中所夹杂的卤素离子含量将有助于延缓金属腐蚀。

参考文献:

- [1] 刘永辉,张佩芬. 金属腐蚀学原理[M]. 北京:航空工业出版社,1992.
- [2] 藤鸣昭,相泽益男. 电化学测定方法[M]. 北京:北京大学出版社,1990.
- [3] Morris P E. Measurement of pit initiation and propagation for iron-chromium-nickel alloys in acid chloride environments by electrochemical techniques[J]. Corrosion,1985 (3): 25 - 29.

Study on the Corrosion of the Metals Contacting with Polymer Bonded Explosives

XU Tao, HUANG Li-ming, FANG Yong-xi

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

Abstract: The corrosion effect of stainless steel and aluminium contacting with plastic bonded explosives is investigated. By using the superficial technique such as XPS and laser confocal scanning system, the characteristics of corrosives are detected. The results of accelerated aging tests have shown that the environmental conditions (humidity and temperature) are important factors to affect the metals. Except for that, the contents of the chloride in the plastic bonded explosives are inclined to make the metals corroded.

Key words: polymer bonded explosives; metal; corrosion