

文章编号: 1006-9941(2000)04-0155-03

F₂₃₁₄ 粘结 HMX 的研究

孙杰, 董海山, 郑培森, 张凌

(中国工程物理研究院化工材料研究所, 四川 绵阳 621900)

摘要: 分别用 F₂₃₁₄、F₂₃₁₁ 粘结 HMX 制作了两种 PBX 造型粉, 测定了造型粉的机械感度及其压制药柱的力学性能。结果表明, F₂₃₁₄ 对 HMX 钝感效果略优于 F₂₃₁₁, 用 F₂₃₁₄ 粘结 HMX 的力学性能较好。

关键词: HMX; 粘结剂; PBX; 感度; 力学性能

中图分类号: TQ560.71

文献标识码: A

1 引言

由于氟聚合物具有优良的热安定性、抗老化性、对炸药爆轰能量衰减系数小等特性, 在高聚物粘结炸药(PBX)中被广泛用作粘结剂^[1]。以 HMX 为基的 PBX 多采用氟橡胶作粘结剂, 如美国的 LX-04、LX-07、LX-11 用 Viton A(全氟丙烯和偏二氟乙烯 1: 2 的共聚物)。虽然我国的 HXF₁₁ 用 F₂₃₁₁(偏二氟乙烯和三氟氯乙烯 1: 1 的共聚物)作粘结剂, 但用氟树脂 F₂₃₁₄(偏二氟乙烯和三氟氯乙烯 1: 4 的共聚物)作粘结剂尚未见报道。

按广义酸碱理论, 在 HMX/氟聚合物的界面上, HMX 是路易斯碱, 氟聚合物是路易斯酸。HMX/氟聚合物系列的粘附功数据^[2]说明, 在一些氟聚合物中, 氟碳原子比越高, 界面作用越强, 与 F₂₃₁₁ 相比, F₂₃₁₄ 分子中共聚单体三氟氯乙烯比例高, 氟原子比例相对较大, 因此, 以 F₂₃₁₄ 作 HMX 的粘结剂, 可以增强氟聚合物与 HMX 的界面作用, 使 PBX 力学性能提高, 感度降低。

2 试验结果及讨论

2.1 F₂₃₁₄、F₂₃₁₁ 对 PBX 力学性能的影响

用 F₂₃₁₁ 和 F₂₃₁₄ 两种聚合物作粘结剂, 以相同配比分别制作了两种造型粉, 压制成密度相近的药柱, 并测定了两者热处理前后的力学性能。拉伸试验方法见文献^[3], 压缩试验方法见文献^[4]。测定结果如表 1 和表 2 所示。

收稿日期: 1999-11-12; 修回日期: 2000-05-29

基金项目: 中国工程物理研究院基金资助项目(980561)

作者简介: 孙杰(1972-), 男, 硕士, 助研, 从事高聚物粘结炸药配方研究, 发表论文数篇。

表 1 拉伸试验结果(室温)

Table 1 Results of tensile test(at room temperature)

配方代号	试件密度 /g·cm ⁻³	拉伸模量 /GPa	拉伸强度 /MPa
HXF ₁₁	1.842	12.02	6.47
HXF ₁₄	1.857	12.22	6.18

注: HXF₁₁ 配方组成为 HMX/F₂₃₁₁/添加剂(87/1.8/11.2); HXF₁₄ 配方组成为 HMX/F₂₃₁₄/添加剂(87/1.8/11.2)。

表 2 炸药柱热处理前后压缩试验结果(室温)

Table 2 Results of compressive test before and after heat treatment(at room temperature)

配方代号		试件密度 /g·cm ⁻³	压缩模量 /GPa	压缩强度 /MPa
HXF ₁₁	热处理前	1.842	4.37	31.64
	热处理后	1.841	5.16	33.37
HXF ₁₄	热处理前	1.862	6.17	35.91
	热处理后	1.857	6.75	36.86

注: 热处理条件为 50℃, 1h, 降至室温。

由表 1 可看出, HXF₁₁ 与 HXF₁₄ 拉伸强度差异不大; 由表 2 可看出, 炸药柱热处理前后, HXF₁₄ 的压缩强度、压缩模量均比 HXF₁₁ 大。因此, 与 F₂₃₁₁ 相比, 用 F₂₃₁₄ 有利于提高 PBX 的力学性能。

2.2 F₂₃₁₄、F₂₃₁₁ 对 HMX 的钝感效果

由于 HXF₁₁、HXF₁₄ 配方中组份复杂, 添加剂种类多, 因而很难准确区分粘结剂对 HMX 的钝感效果。为此, 我们重新设计了以下四个配方, 分别测试了各个样品的撞击感度^[5]和摩擦感度^[6], 结果如表 3 所示。为解释感度测试的结果, 对样品进行了表面分析, 其扫描

电镜(SEM)照片如图1~图4所示,XPS分析结果见表4和表5。

表3 样品的机械感度

Table 3 Sensitivities of samples

配方代号	配方组成	撞击感度/%	摩擦感度/%
HTF ₁₁	HMX/TATB/F ₂₃₁₁ (87/7/1.8)	96	68
HTF ₁₄	HMX/TATB/F ₂₃₁₄ (87/7/1.8)	88	60
HF ₁₁ W	HMX/F ₂₃₁₁ /W(87/1.8/0.6)	70	40
HF ₁₄ W	HMX/F ₂₃₁₄ /W(87/1.8/0.6)	26	32

注:W为石蜡。

由表3可以看出,在其他组分相同情况下,用F₂₃₁₄制作的造型粉均比用F₂₃₁₁制作的造型粉感度低,即F₂₃₁₄对HMX的钝感效果略优于F₂₃₁₁。



图1 HTF₁₁的扫描电镜图

Fig.1 SEM photo of HTF₁₁



图2 HTF₁₄的扫描电镜图

Fig.2 SEM photo of HTF₁₄



图3 HF₁₁W的扫描电镜图

Fig.3 SEM photo of HF₁₁W



图4 HF₁₄W的扫描电镜图

Fig.4 SEM photo of HF₁₄W

表4 表面原子百分率

Table 4 Atom percentage of surface

样品名	C	O	N	F	Cl
HTF ₁₁	35.3	20.8	19.7	21.2	3.0
HTF ₁₄	31.8	22.4	19.8	22.5	3.5
HMX	30.6	34.6	34.8	0.0	0.0
TATB	35.8	31.9	33.3	0.0	0.0

由图1,图2可看出,HTF₁₄比HTF₁₁造型粉颗粒更加规整、圆滑,说明F₂₃₁₄对HMX包覆效果比F₂₃₁₁要好。与表3的结论相对应。

由图3,图4可看出,两种样品均未完全包覆,有

较多的 HMX 颗粒裸露在外面,这说明包覆很不完全,这与表 3 中 HF₁₁W、HF₁₄W 的机械感度仍然偏高的结论一致。

由表 4 可看出, HMX 经包覆后制作的造型粉表面仍有很多裸露的氮原子,包覆很不完全,这与 SEM 照片所得结论一致,与表 3 中样品机械感度均偏高的试验结果相对应。

表 5 电子结合能

Table 5 Electron bonding energy eV

样品名	N1s(-NO ₂)	N1s(-N-NO ₂)
HMX	407.1	401.5
HTF ₁₄	407.0	401.4
HTF ₁₁	407.1	401.5

由表 5 看出, HMX 被包覆后, N1s 电子结合能基本无变化,说明氟聚合物与 HMX 缺乏强酸碱作用,与 HTF₁₁、HTF₁₄ 机械感度较高相对应。如何打开 HMX 分子间及分子内氢键,增强粘结剂与 HMX 间的界面作用强度,改善包覆效果,降低 HMX 基 PBX 感度,有待今后深入研究。

3 结论

(1) 与 F₂₃₁₁ 相比,用 F₂₃₁₄ 粘结 HMX,有利于改善

PBX 的力学性能。

(2) F₂₃₁₄ 对 HMX 的钝感效果略优于 F₂₃₁₁。

致谢:姚庭义、姜继勇等参与了造粒,胡庆贤研究员等测试了机械感度,郝莹研究员、温茂萍等测试了力学性能,特此致谢!

参考文献:

- [1] Dolratz B M. LLNL Explosives Handbook [M]. UCRL - 52997.
- [2] 宋华杰,董海山,郝莹. HMX、TATB 和氟聚合物的表面能研究 [J]. 含能材料, 2000, 8(3): 104 - 107.
- [3] GJB772A - 97, 方法 417.1, 拉伸应力 - 应变曲线, 电子引伸计法. [S].
- [4] GJB772A - 97, 方法 418.1, 压缩应力 - 应变曲线, 电子引伸计法. [S].
- [5] GJB772A - 97, 方法 602.1, 摩擦感度, 爆炸概率法. [S].
- [6] GJB772A - 97, 方法 601.1, 撞击感度, 爆炸概率法. [S].

Study on Fluoropolymer F₂₃₁₄ Bonded HMX

SUN Jie, DONG Hai-shan, ZHENG Pei-sen, ZHANG Ling

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

Abstract: The mechanical properties and sensitivity of fluoropolymer (F₂₃₁₁, F₂₃₁₄) bonded HMX were studied. The results show that F₂₃₁₄ is prior to F₂₃₁₁ both in mechanical property and desensitizing effect on formulation.

Key words: HMX; binder; sensitivity; mechanical property