

文章编号: 1006-9941(2004)01-0038-02

新型含能材料 FOX-12 性能研究

王伯周, 刘 愆, 张志忠, 姬月萍, 朱春华
(西安近代化学研究所, 陕西 西安 710065)

摘要: 研究了 N-脒基脒二硝酸胺盐(FOX-12)性能, FOX-12 不溶于冷水, 结晶密度 1.755 g/cm^3 , 燃烧热 1483.98 kJ/mol , 分解温度 $218.41 \text{ }^\circ\text{C}$, 感度低, 热安定性好。FOX-12 相容性较好, 能和 HMX、RDX 等火炸药常用组分相容。

关键词: 有机化学; N-脒基脒二硝酸胺盐(FOX-12); 相容性; 性能
中图分类号: O626 **文献标识码:** A

1 引言

二硝酸胺盐的合成和性能研究是含能材料领域重点研究方向之一, 其中二硝酸胺铵盐(ADN)是一种公认的优良高能氧化剂, 俄罗斯解决了工业化生产并将 ADN 应用于武器装备中^[1]。为了进一步寻找性能优越的新型含能材料, 瑞典国防研究院 FOA 高能材料研究所 90 年代首先合成一种新的二硝酸胺盐(FOX-12)^[2], 由于其具有高能、低感、不溶于冷水、不吸潮、稳定性好的特点, 备受含能材料领域关注。

本研究采用自制的 FOX-12 样品经红外光谱、紫外光谱、元素分析等手段鉴定了其化学结构; 为了验证 FOX-12 的性能, 采用差热分析(DSC)及热失重(TGA)研究了 FOX-12 热化学性能, 实测了撞击感度及摩擦感度等部分爆轰性能; 为了考查 FOX-12 的应用安全性, 采用差热分析方法研究了 FOX-12 和 RDX、HMX、NG + NC、NG + BTTN、 C_2 、AP 等常用火炸药组分的相容性, 为 FOX-12 在火炸药中的应用提供了必要的基础数据。

2 FOX-12 的结构鉴定

熔点: $214 \text{ }^\circ\text{C}$ (分解)。元素分析($\text{C}_2\text{H}_7\text{O}_3\text{N}_7$): 理论值(%) N 46.89, H 3.34, C 11.48; 实测值(%) N 46.99, H 3.34, C 12.14。红外光谱 IR(KBr) 压片:

$1743 \left(\begin{array}{c} \text{NH} \\ \parallel \\ \text{—C—} \end{array} \right)$; $1688 \left(\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{—C—} \end{array} \right)$; $1523, 1444 \left(\text{—NO}_2 \right) \text{ cm}^{-1}$ 。紫外光谱 UV($\text{H}_2\text{O}, \lambda_{\text{max}}$): $282.5, 212 \text{ nm}$ 。

3 FOX-12 的性能测试

浅黄色固体, 密度为 1.755 g/cm^3 (结晶密度), 氧平衡为 -19.1% , 溶于热水, 不溶于冷水。DSC ($T_m, \text{ }^\circ\text{C}$): $218.41 \text{ }^\circ\text{C}$ ($10 \text{ }^\circ\text{C/min}$), 活化能: 374.74 kJ/mol , 文献值 284.66 kJ/mol ^[2]。撞击感度 (H_{50}): $> 177 \text{ cm}$ ($2 \text{ kg}, 30 \text{ mg}$), 文献值 $> 159 \text{ cm}$ ^[2], 摩擦感度 ($66^\circ, 2.45 \text{ MPa}$ -20 mg): 0% , 燃烧热: 1483.98 kJ/mol (7100.4 J/g); 生成焓 ΔH_f : -365.79 kJ/mol (计算值), 文献值 -355.3 kJ/mol ^[2]。热失重 TGA: FOX-12 从 $218.11 \sim 238.52 \text{ }^\circ\text{C}$ 迅速分解, 只剩余 $16.25\% \sim 18.39\%$ 重量, 随着温度继续升高, 失重速度减慢。

从分析数据可以看出: FOX-12 活化能、撞击感度、摩擦感度、生成焓及 DSC 等实测数据与文献值基本相符, FOX-12 具有高能、低感、不溶于冷水、不吸潮、稳定性好的特点。

4 FOX-12 相容性研究

为了保证 FOX-12 在不敏感炸药及推进剂中应用安全性, 采用差示扫描量热法 DSC 的分析方法, 研究了 FOX-12 和 RDX、HMX、NG + NC、NG + BTTN、 C_2 等常用火炸药组分之间的化学安定性。FOX-12 中加入火炸药组分后, 吸热峰温及起始分解温度的变化情况来研究它们的相容性。

收稿日期: 2002-10-08; 修回日期: 2003-05-13

作者简介: 王伯周(1967-)男, 高级工程师, 硕士, 主要从事含能材料合成及性能的研究。

表1 FOX-12 相容性
Table 1 The compatibility of FOX-12

样品	吸热峰温 /°C	起始分解 温度/°C	放热峰 峰温/°C
FOX-12(GUDN)		215.2	218.41
RDX	205.16	209.2	241.56
GUDN/RDX(1: 1)	196.10	203.52	225.66
HMX		280.56	285.04
GUDN/HMX(1: 1)		210.1	213.78
		279.1	283.00
NG + NC		199.02	210.15
GUDN/NG + NC(1: 1)		202.0	208.20
NG + BTTN		173.72	230.38
GUDN/NG + BTTN(1: 1)		190.9	200.82
PEG			62.14
GUDN/PEG	60.86		
C ₂	122.44		
C ₂ /GUDN(1: 1)	121.93		204.98
AP	242/37	308.06	354.32
GUDN/AP(1: 1)	203.17		207.22
	238.50		381.24
			386.03

注: C₂ 二甲基二苯脲, PEG 聚乙二醇。

从分析结果可以看出: FOX-12(GUDN) 与 RDX、HMX、NG + NC、NG + BTTN、C₂、AP 相容性较好, 尽管

分解温度下降, 但是起始分解温度都大于 190 °C, 有理由相信, 将 FOX-12(GUDN) 与 RDX、HMX、NG + NC、NG + BTTN、C₂ 以及 AP 共同使用不会因化学安全性而引起安全问题。

5 结论

(1) FOX-12 活化能、撞击感度、摩擦感度、生成焓及 DSC 等实测数据与文献值基本相符。

(2) FOX-12 具有不吸潮, 热稳定性好, 感度低等优点, 可以解决吸湿性的难题, 有望在火炸药配方中得到应用。

(3) 相容性较好, 能和 HMX、RDX、NG + NC、NG + BTTN、C₂、AP 等火炸药常用组份相容, 为 FOX-12 在火炸药中应用提供必要的基础数据。

参考文献:

- [1] 张海燕, 陈红. 低特征信号推进剂的氧化剂-二硝酸铵铵盐[J]. 飞航导弹, 1996, 7: 35-38.
- [2] Bemm U, Bergman H, et al. FOX-12, A New Energetic Material with Low Sensitivity for Propellants and Explosives Applications[A]. Insensitive Munition & Energetic Materials Technology Symposium[C], 1998.

Study on Properties of FOX-12

WANG Bo-zhou, LIU Qian, ZHANG Zhi-zhong, JI Yue-ping, ZHU Chun-hua

(Xi'an Modern Chemistry Research Institute, Xi'an 710065, China)

Abstract: The properties of N-guanylurea dinitramide (FOX-12) have been studied. FOX-12 is dissoluble in cold water. It has a crystal density of 1.755 g/cm³, the heat of combustion 1 483.98 kJ/mol, the temperature of decomposition 218.41 °C, low sensitivity and good thermal stability. FOX-12 can be compatible with the common energetic materials, such as HMX, RDX etc.

Key words: organic chemistry; N-guanylurea dinintramide (FOX-12); compatibility; property