

# 复合乳化剂制备重铵油炸药的热稳定性分析

## Thermal stability analysis of diammonium oil explosive prepared by composite emulsifier

李 晶 (保利新联爆破工程集团有限公司, 贵州 贵阳 550000)

Li Jing (Poly Xinlian Blasting Engineering Group Co., Ltd, Guizhou Guiyang 550000)

**摘要:** 本文研究中, 重点分析了单一与复合两种乳化剂制备出来的重铵油炸药, 并利用 C80 微量量热仪, 围绕两种乳化剂的恒定温度升温速率 1K/min 下的热分解特性展开实验分析。最后, 比较详细就实验期间热力学参数进行了计算。

**关键词:** 复合乳化剂; 重铵油炸药; 热稳定性

**Abstract:** In this study, we focus on the analysis of heavy ammonium fried explosives prepared by single emulsifier and composite emulsifier, and use C80 microcalorimeter to analyze the thermal decomposition characteristics of the two emulsifiers at constant temperature and heating rate of 1K / min. Finally, the thermodynamic parameters during the experiment are calculated in detail.

**key word:** Compound emulsifier; Heave ANFO; thermal stability

### 0 前言

重铵油炸药生产中, 主要是将铵油炸药均匀与含量处于 10%~50% 之间的乳胶基质混合形成。同时被包裹在铵油炸药表面的乳胶基质具有一定的防水能力, 且加入高密度乳胶基质后, 还可进一步提升重铵油炸药的爆炸威力, 显著将传统铵油炸药所存在的不足加以弥补。但相对而言, 重铵油炸药的热稳定性仍旧存在一些不足, 影响使用的安全性, 下面将会对此深入分析。

### 1 实验

#### 1.1 材料

重铵油炸药配料为铵油炸药和乳胶基质, 比例为 7:3。其中, 前者由比例为 94.5:5.5 的多孔粒状硝酸铵和柴油混合而成, 后者的构成材料如表 1 所示:

表 1 乳胶基质构成材料及配比

样本编号	①	②	③	④	
硝酸铵			75		
硝酸钠			8.0		
复合蜡			4.0		
水			10.0		
乳化剂	SP-80	3	2	1	1
	T-152	0	1	1	2

#### 1.2 实验装置及程序

主要使用 C80 微量量热仪器, 技术参数以及实验设备 C80 微量量热仪器运行系统分别如表 2、图 1 所示:

表 2 实验装置技术参数表

技术类型	具体参数	单位
样本质量	0-10	g
感度	10-6	$\mu$

可测温度范围	室温 -573	K
程序温度扫描速率	0.01-2	K/min
实验气氛	空气	-
参比物	$\alpha$ -Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	-

本次实验中恒定加热速率为 1K/min, 当处于实验降温阶段时, 加热速率为 2K/min。

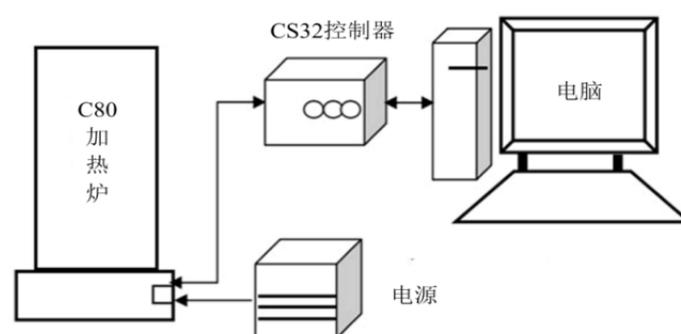


图 1 C80 微量量热仪器测试系统图

### 2 实验结果与讨论

#### 2.1 炸药试样分解特点

研究中将升温速率设定为 1K/min, 范围控制在 25~300℃ 之间, 横轴设定为时间, 最终绘制出图 2。

对图 1 分析发现, 不同的炸药实验样本在温度处于 25~170℃ 范围之间时, 均出现 3 个吸热峰, 但随硝酸铵的逐渐加入, 在此温度范围内, 反应受到晶型转变影响, 出现 4 个吸热峰。此过程中, 重铵油炸药吸热峰降低, 受到乳胶基质的加入影响, 该材料会覆盖在多孔粒状铵油炸药的表面, 对硝酸铵后续晶型转变速度限制, 降低热量吸收, 减少吸热峰。

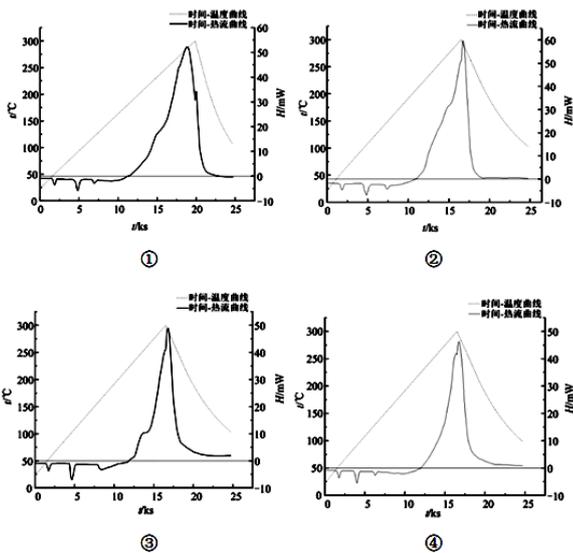


图2 温度-时间-热流曲线图

注释：从左到右、从上到下，依次为①、②、③、④样本的曲线图。

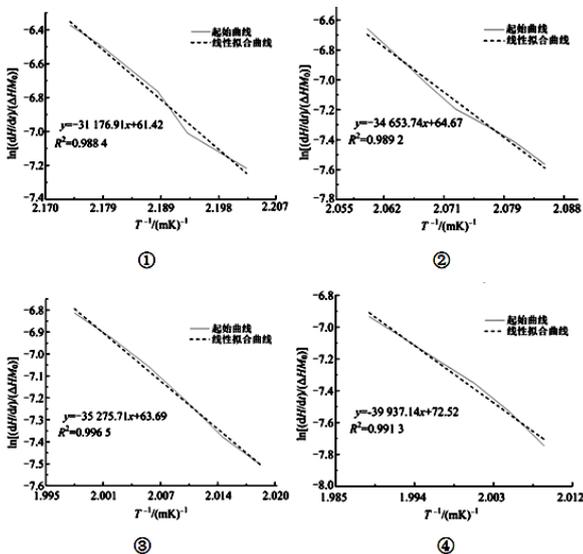


图3 炸药试样拟合曲线图

对图1基线与热流曲线交点分析发现，其为整个反应性开始的起始温度，且曲线最高点温度 = 峰值温度，参数如表3所示。同时，当实验的开始反应温度越高时，其炸药的稳定性越强，且热分解反应也越难出现。

表3 炸药实验样本放热特征参数

样本编号	①	②	③	④
起始温度 (°C)	180.82	206.42	222.35	224.66
最高温度 (°C)	285.86	296.30	297.11	298.14
液体蒸发焓 (kJ · kg <sup>-1</sup> )	3004.45	3239.88	3018.92	3410.38
热流峰值 (MW)	52.24	59.74	48.93	46.27

针对表2所统计的数据进行分析能够发现，样本②、③、④在开始反应时，其温度值均超出样本①，表明利用复合乳化剂所制备的重铵油炸药稳定性先出超出SP-80乳化剂。热流峰值数据的统计则可充分将热分解反应的实际情况展现出来，即热流峰值越高，反应越剧烈，炸药危害性越高。样本③、④的热流峰值低①、②，但①在经过热流峰值之后再次出现一个放热峰，可能实验人员进行炸药装药时不够均匀，致使后续的反应过程

不够完全，从而出现热峰值减少的情况。

### 2.2 热力学参数分析

本次研究中，选取反应开始阶段部分进行线性回归分析和拟合研究，并按照拟合曲线的结果，统计出相关系数，如图3所示。

结合图3实验数据发现，乳胶基质具有热力学不稳定特质，利用其制备重铵油炸药也具备该特质。但是由于受到重铵油炸药组成成分以及相关反应复杂性相对比较高的影响，能够随即计算出参数误差空间，用以进行定性分析大小。此结果的得出，充分说明，当制备条件固定时，样本④的自发反应温度居于首位，所以代表其热稳定性也最佳。

### 3 结论

将乳胶基质加入到重铵油炸药之内中，其会将硝酸铵晶型的转变热量加以吸收，但不会对晶型转变之时的温度变化产生影响。同时，此反应阶段中，复合乳化剂只会对起始反应温度以及后续的反应峰值变化产生影响。

从热力学参数进行分析可发现，重铵油炸药的制备时存在一定的不可自发性原因，当了解其自发条件的基础上，能够进一步针对其自发反应温度加以调控，从而提升重铵油炸药制备的热稳定性。

### 参考文献：

- [1] 孙亚欣, 郑晓燕, 郑丽丽, 杨旸, 校导, 艾斌凌, 张伟敏, 盛占武. 大豆分离蛋白-茶皂素复合乳化剂制备山茶油纳米乳液及其性质研究 [J]. 食品工业科技, 2020, v.41 (22):35-42+50.
- [2] 王玉珏, 王文学, 韩宇莹, 徐国敬, 王传兴. 冷轧钢废油脂制备复合表面活性剂及其在低密度聚乙烯复合材料中的应用 [J]. 化工科技, 2020, v.28(05):38-43.
- [3] 王阳, 汪旭光, 陶铁军, 等. 乳化基质自然储存失稳机理研究 [J]. 爆破, 2017(2):110-116,126.
- [4] 申夏夏, 吴红波, 黄文尧, 等. Span-80 和 T-152 对乳化炸药低温稳定性的影响 [J]. 工程爆破, 2015(4):20-23,68.
- [5] 苏洪, 颜事龙, 李萍丰, 等. 水和油脂对硝酸铵热稳定性的影响 [J]. 工程爆破, 2014(5):55-58.
- [6] 王彝, 马翔, 张淑娟, 等. 过氧化氢危险性分析 [J]. 无机盐工业, 2013(3):15-18.
- [7] 徐志祥, 刘大斌, 胡毅亭. 新型粉状铵油炸药实验研究 [J]. 含能材料, 2011(4):370-372.
- [8] 阮继锋, 平平, 孙金华, 等. 硝酸及硫酸对硝基苯热稳定性的影响研究 [J]. 兵器材料科学与工程, 2011(4):37-40.
- [9] 罗宁, 李晓杰, 王小红, 等. 复合乳化剂制备乳化炸药的热分解行为 [J]. 火炸药学报, 2009(3):5-8,15.

### 作者简介：

李晶 (1987-), 女, 本科, 工程师, 主要从事民爆物品方向研究。