

文章编号: 1003-1480 (2004) 02-0054-03

关于氯酸盐炮敏感度的探讨

文海贵

(农业部烟花爆竹质量监督检验测试中心, 湖南 醴陵, 412200)

摘 要: 氯酸盐炮药的主要成分是氯酸钾、硫磺、铝银粉 (Al), 本文从其化学稳定性、对机械作用(摩擦、撞击)的敏感度及对热作用(着火温度、爆发点)的敏感度 3 方面来探讨氯酸盐炮混合药剂的敏感度。测试分析表明: 氯酸盐炮药剂较高氯酸盐炮药剂的撞击感度高 8%, 摩擦感度高 15%; 较硝酸盐炮的着火点低; 较高氯酸盐炮 5s 延滞期爆发点低 23.4°C。

关键词: 氯酸盐炮; 敏感度; 着火点

中图分类号: TQ567

文献标识码: A

Study on the Chlorate Firecrackers Sensitivity

WEN Hai-gui

(The Fireworks & Firecrackers Quality Testing Center of the Ministry of Agriculture , Hunan Liling , 412200)

Abstract : The traditional firecrackers composition is mainly composed of potassium chlorate, sulfur and aluminum powder . Its chemical stability, the friction and impact sensitivity, and the thermal sensitivity are studied. Test results showed that the impact sensitivity of chlorate composition is 8% higher than that of perchlorate composition, and the friction sensitivity is 15% higher than it. The ignition temperature of chlorate composition is lower than that of nitrate composition. The explosion temperature corresponding to $t=5s$ is 23.4°C lower than that of perchlorate composition.

Key words : Chlorate firecrackers ; Sensitivity ; Ignition temperature

烟花爆竹是人们喜闻乐见的娱乐品,其产品的安全性直接关系到人民生命财产安全,并且涉及生产、贮存、销售、燃放的一个个环节。近几年内,烟花爆竹行业的特大安全质量事故频频发生,因此,分析和探讨烟花爆竹混合药剂的安全性和敏感度,就显得十分紧迫和必要。笔者就目前国内生产企业最多、产品销售量最大,组成和配比相对固定的氯酸盐炮的化学性质、对机械作用(摩擦、撞击)、对热(着火温度、爆发点)的敏感度 3 个方面进行了分析和探讨。

1 氯酸盐炮的化学稳定性

氯酸钾与硫磺、铝粉的混合物的化学性能极不安定。氯酸钾本身能被强酸分解,硫磺在潮湿的环境中能生成三氧化硫,三氧化硫与水作用生成硫酸,硫酸与氯酸钾反应能生成敏感度极高的氯酸,氯酸是很不稳定的、能自燃的物质。此外,它们的化学稳定性差还表现在氯酸钾熔点低(356°C)和分解温度低(不纯时只有 260~300°C),

收稿日期: 2004-02-02

作者简介: 文海贵(1962-),男,工程师,从事烟花炮竹检测技术。

且氯酸钾与其它大多数氧化剂不同的是分解过程中为放热反应，不需要从外部吸收热量。还有氯酸钾受日光照射容易分解，生成极不稳定的亚氯酸钾和吸湿性很强的氯化钾。亚氯酸钾极不稳定，与酸类、硫和硫化物混合，几乎立即自燃自爆。所以氯酸盐炮在阳光下爆晒后易发生安全事故。

2 氯酸盐炮对机械作用的敏感度

2.1 摩擦敏感度测试

摩擦敏感度测定使用摆式摩擦仪，摆角 80°、压力为 2.5MPa、锤重 1.5kg，试样每组 25 发，每发被测药物 20mg，试验结果见表 1。

表 1 氯酸盐炮药与高氯酸盐炮药摩擦敏感度测试结果 (%)

	1 组	2 组	3 组	4 组
氯酸盐炮药	80	70	73	81
高氯酸盐炮药	64	57	58	63

2.2 撞击敏感度测试

撞击敏感度测定使用仪器为双柱导轨落锤仪，锤重 10kg，落高 250mm，试样每组 25 发，每发被测药物 40mg，测试结果见表 2。

表 2 氯酸盐炮药与高氯酸盐炮药撞击敏感度测试结果 (%)

	1 组	2 组	3 组	4 组
氯酸盐炮药	16	18	17	19
高氯酸盐炮药	10	11	12	10

从表 1、表 2 上测试数据可以看出，高氯酸盐炮药剂比氯酸盐炮药剂撞击敏感度平均低 8%，摩擦敏感度平均低 15%。

3 氯酸盐炮对热作用（着火温度、爆发点）的敏感度

3.1 着火温度的测定

3.1.1 仪器

使用国产 CDR-1 型差动热分析仪和 SRF-1 热分析数据处理仪。

3.1.2 实验条件

升温速率：10℃/min；参比物： α -Al₂O₃；DTA 量程：50μV；气氛：静态空气。

3.1.3 实验结果和讨论

实验结果见表 3。

图 1 为 KClO₃ 的差热分析图，可见 KClO₃ 的熔点为 356℃。

表 3 氯酸盐炮、硝酸盐炮着火温度的测定

产品名称	着火温度 /℃	组 分	备注
电光炮	192	KClO ₃ 、S、Al、C 等	生产厂家随机取样
氯酸盐炮 花皮炮	195		
特装大地红	198		
硝酸盐炮 黑药雷鸣炮	330	KNO ₃ 、S、C、等	生产厂家送样

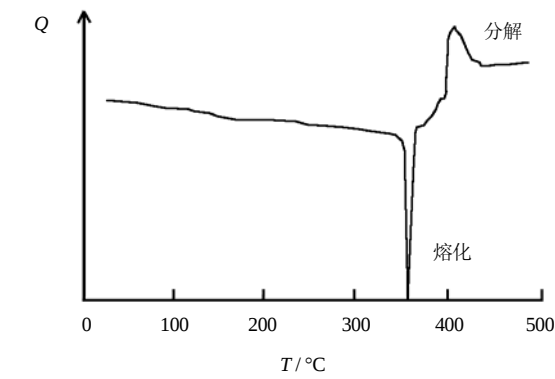


图 1 纯 KClO₃ 的差热分析图

图 2 为氯酸盐炮混合药剂的差热分析图。可见在 105 和 120℃ 附近产生了吸热现象。在 177℃ 时可观察到一个强烈的放热效应。它在低于氧化剂 KClO₃ 的熔点(356℃)约 180℃ 附近着火。

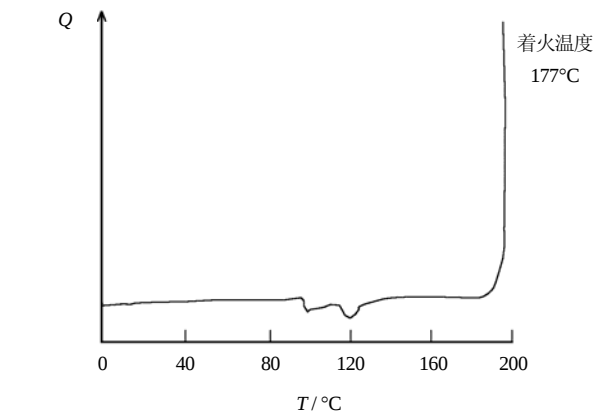


图 2 氯酸盐炮混合药剂差热分析图

图 3 为硝酸盐炮混合药剂差热分析图。由图 3 可见，当加热到 105℃ 和 120℃ 附近能看到硫的吸

热峰，紧接着在 130°C 附近，硝酸钾发生相变。但此时硫与固体 KNO_3 并不发生反应，直到 KNO_3 熔点(334°C)附近可观察到强烈的放热峰。氧化剂和可燃剂之间发生了反应。药剂被点燃后，由于 Al 的存在，产生了相当多的热量。

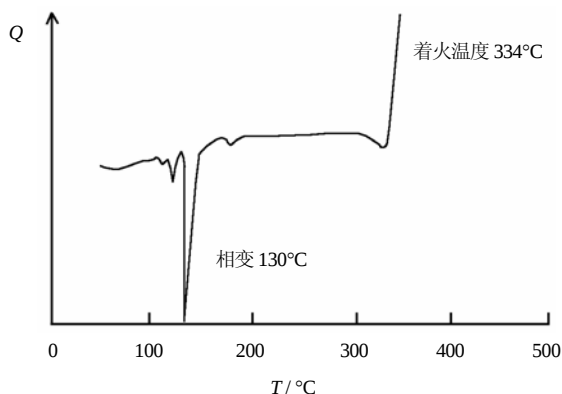


图 3 含硝酸钾/硫磺/铝粉的混合药剂差热图

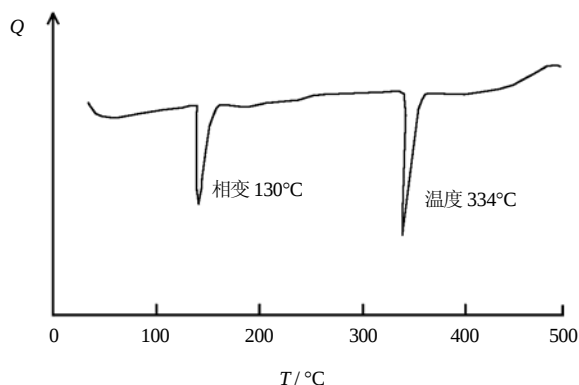


图 4 纯硝酸钾的差热图

从表 3 可明显可以看出，氯酸盐炮的着火温度远低于硝酸盐炮。氯酸盐炮的着火温度低于氧化剂氯酸钾的熔点 (356°C)，而硝酸盐炮的着火是在氧化剂硝酸钾熔点 (334°C) 附近发生的。

3.2 氯酸盐炮和高氯酸盐炮 5s 延滞期爆发点测定

氯酸盐炮和高氯酸盐炮 5s 延滞期爆发点测定结果见表 4。

数据测试所用仪器为爆发点测定仪，每发被测药物重 20mg；爆发点温度为 5s 延滞期的爆发点，

且为 10 组数据的平均值。从表 4 测试数据可以看出，高氯酸盐炮药剂 5s 延滞期爆发点比氯酸盐炮药剂高 23.4°C 。

表 4 5s 延滞期爆发点测定结果

产品名称	爆发点 / $^{\circ}\text{C}$	组 分	备注
氯酸盐炮	288.6	KClO_3 、S、Al 等	厂家随机抽样
高氯酸盐炮	321.0	KClO_4 、S、Al 等	厂家随机抽样

4 结论

通过氯酸盐炮混合药剂与硝酸盐炮和高氯酸盐炮混合药剂的对比研究，得出以下结论：

(1) 氯酸盐炮混合药剂的化学稳定性差。在潮湿及酸性环境下，能自身发生化学反应，产生很不稳定且能自燃的物质。

(2) 氯酸盐炮混合药剂机械感度高，其摩擦感度和撞击感度比高氯酸盐炮药剂分别高出 15% 和 8%。

(3) 氯酸盐炮混合药剂的热感度高，其中氯酸盐炮的平均着火温度只有 195.1°C ，比氧化剂氯酸钾的熔点 356°C 低，而硝酸盐炮的着火温度在 334°C ，氯酸盐炮混合药剂的 5s 延滞期爆发点要比高氯酸盐炮药剂低 23.4°C 。

鉴于氯酸盐炮的高敏感度，国务院已明令禁止使用氯酸钾作氧化剂，目前全国各主产区正在研制取代氯酸钾的新配方，从根本上解决氯酸钾的安全隐患问题。

参考文献：

- [1] 冯长根、冯宏图. 烟火化学 [M]. 北京: 北京理工大学, 1988.
- [2] J. H. M. clain. Pyrotechnics from the viewpoint of solid state chemistry [M]. The Franklin Institute Press, 1980.
- [3] 神户博大郎. 热分析 [M]. 化学工业出版社, 1984.
- [4] 花炮实用技术手册 [M]. 江西科技出版社, 2000.