

文章编号: 1006-9941(2000)01-0034-03

无壳弹发射药的吸湿性和热安定性研究

殷雅侠, 徐赛龙, 张续柱, 肖忠良

(华北工学院, 山西 太原 030051)

摘要: 测定了无壳弹发射药和参比火药: 9/7单基药, 双基推进剂(双芳-3和双铅-2)在 RH90% ~ 99%, RH 75% ~ 80% 和 19.5 °C 条件下的吸湿性。95 °C 减量实验及 DTA 实验结果表明, 无壳弹发射药比参比火药具有较大的吸湿性, 而湿度对其热安定性有一定的影响。

关键词: 无壳弹发射药; 吸湿性; 热安定性

中图分类号: TQ562

文献标识码: A

1 引言

无壳弹作为一种新型的武器弹药, 具有金属有壳弹所无法比拟的优点。但前者成型工艺中的发泡过程使药体内产生无数孔洞, 在长贮过程中很可能吸收大量水分, 导致燃烧性能变坏, 点火困难, 燃速下降, 火焰力减弱, 甚至不能被点燃, 严重影响使用性能; 发射药暴露在自然环境中, 受热、受潮时的安定性对使用安全及弹道性能有重要的影响。基于这些影响因素, 本实验研究了无壳弹发射药的吸湿性和湿度对其热安定性的影响。

2 实验

2.1 吸湿性测定^[1,2]

实验用两种无壳弹发射药分别为: 含聚硝基苯撑(PNP)粘结剂的 41[#]发射药和含硝化棉(NC)粘结剂的 20[#]发射药, 两者其余主要组分均相同。参比火药为 9/7 单基药、双基推进剂(双芳-3 和 双铅-2)。试样过双层圆孔筛(GB6003-85), 取 5 mm 的筛上物。试样质量为 (10 ± 0.0001) g。

将被测试样分别放在 > 60 mm 的称量瓶中, 去掉盖, 分别置于有水干燥器(RH 为 90% ~ 99%)和自然环境(RH 为 75% ~ 80%)中, 温度为 19.5 °C, 每天按时取样称重。

2.2 95 °C 减量实验^[3]

将两组在不同湿度条件下吸湿达饱和的试样置于专用减量瓶中, 再放入 (95 ± 0.5) °C 的烘箱内加热, 间隔 24 h 称重一次, 精确至 0.0002 g。

2.3 差热分析(DTA)

采用 PRT-1 型热天平, 升温速度为 10 °C · min⁻¹, 走纸速度为 7.5 mm · min⁻¹, 参比物为 Al₂O₃, 试样质量为 5 mg, 在 55 °C 烘箱内烘 2 h, 试样均过 40 目筛。

3 结果与讨论

3.1 吸湿性

将所得的吸湿数据绘制成曲线, 如图 1 和图 2。

由图 1 和图 2 可以看出: 所有试样开始时吸湿速度较快, 随天数的增加逐渐达到吸湿平衡, 曲线趋于平坦。由图 1、2 可以分别得到吸湿速率和平衡吸湿量, 结果如表 1 和表 2 所示。

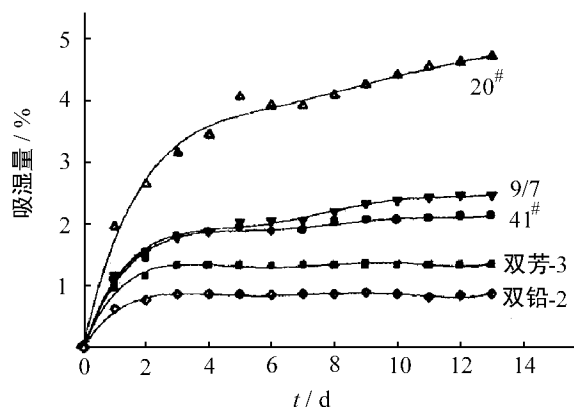


图 1 在有水干燥器中的吸湿曲线

Fig. 1 Hygroscopicity curves in the desiccator with water

收稿日期: 1999-08-16 修回日期: 1999-10-30

作者简介: 殷雅侠(1975 -), 女, 硕士, 研究方向为新型复合材料。

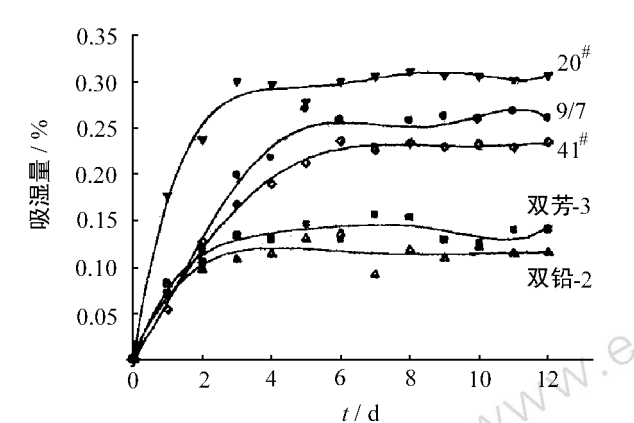


图 2 在自然环境中的吸湿曲线

Fig. 2 Hygroscopicity curves under ambient condition

表 1 在有水干燥器中的吸湿结果

Table 1 Hygroscopicity result in desiccator with water		
试样	开始时吸湿速率/(%/d)	平衡吸湿量/%
20 [#]	1.35	4.76
9/7	0.82	2.47
41 [#]	0.79	2.11
双芳-3	0.62	1.37
双铅-2	0.42	0.85

表 2 在自然环境中的吸湿结果

Table 2 Hygroscopicity result under ambient condition		
试样	开始时吸湿速率/(%/d)	平衡吸湿量/%
20 [#]	0.13	0.31
9/7	0.07	0.27
41 [#]	0.06	0.24
双芳-3	0.06	0.15
双铅-2	0.05	0.12

从表 1 和表 2 可以看出：在两种相对湿度条件下，20[#] 的吸湿速率和平衡吸湿量最大，其次为 9/7、41[#]、双芳-3、双铅-2；对于同一种试样，随着相对湿度的增加，吸湿速率和平衡吸湿量也相应增大。这是由于硝化棉中存在未被取代的羟基、毛细管和很大的内表面，因而能吸附水分、凝结水分并与水分子形成氢键，具有较强的吸附能力，所以火药中 NC 含量越大，则吸湿性越强。但对于 20[#] 和 41[#] 无壳弹发射药，尽管 NC 含量不超过 10%，但成型工艺中的发泡过程使无壳弹发射药内部产生了无数的孔洞和毛细管，内表面积增大，为吸湿创造了有利的条件，故它们的吸湿速率和平衡吸湿量较大。20[#] 无壳弹发射药的 NC 粘结剂比 41[#]

中的 PNP 粘结剂具有较强的吸湿性，发泡过程中又产生的无数孔洞，所以其吸湿性比 9/7 还大。由于双芳-3、双铅-2 中 NC 含量比 9/7 中的小，而且这两种火药中含有硝化甘油(NG)，药体的塑化质量好，又加有二硝基甲苯起到防潮的作用，其吸湿性较小，故吸湿性按 9/7、双芳-3、双铅-2 依次减小。对于同一种试样，在恒温条件下，随着相对湿度的增加，则其吸湿速率和平衡吸湿量增大，这一结果与理论^[4]是一致的。

3.2 95 ℃ 热安定性

五种试样在两种环境中吸湿后的 95 ℃ 热失重 - 时间关系曲线如图 3 和图 4 所示。分析两图可知，41[#] 无壳弹发射药的热安定性最好，其次为 20[#] 和双铅-2，最差的为 9/7 和双芳-3，这是因 41[#] 无壳弹发射药中 HMX 和 PNP 组分安定性相对较好之故。

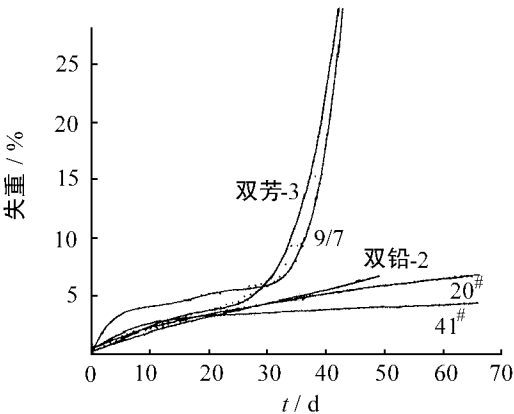


图 3 自然环境中吸湿后在 95 ℃ 的热失重曲线

Fig. 3 Weight loss curves of samples at 95 ℃ after hygroscopic test under ambient condition

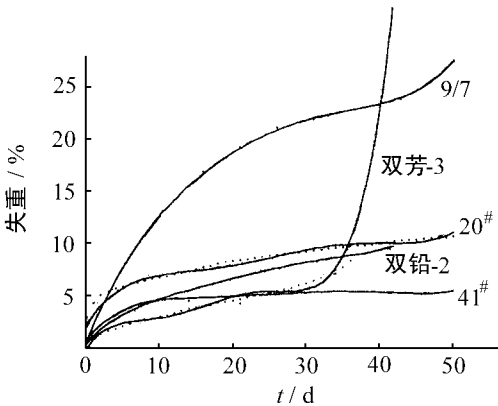


图 4 有水干燥器中吸湿后在 95 ℃ 的热失重曲线

Fig. 4 Weight loss curves of samples at 95 ℃ after hygroscopic test in the desiccator with water

3.3 差热分析

DTA 实验所得活化能及由阿累尼乌斯方程计算所得的热分解动力学参数见表 3。由活化能及 $k_{180^\circ\text{C}}$ 的大小可知五种试样的热安定性顺序与上述结果一致。

表 3 五种试样的动力学参数

Table 3 Kinetic parameters of five samples

试样	反应级数	指前因子/ s^{-1}	活化能/ $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$	$k_{180^\circ\text{C}}/\text{s}^{-1}$
41 [#]	2.18	6.60×10^{21}	240.60	1.19×10^{-6}
20 [#]	1.78	2.93×10^{20}	229.56	1.00×10^{-6}
双铅-2	0.68	1.57×10^{19}	192.68	9.50×10^{-4}
双芳-3	0.64	2.24×10^{18}	187.90	4.82×10^{-4}
9/7	0.62	6.00×10^{15}	158.62	3.07×10^{-3}

另外,从图中可以看出:在不同湿度条件下,41[#]、双铅-2 和双芳-3 的图形变化不大。说明湿度对其热安定性的影响不大,这是因为它们的吸湿性较小。9/7 和 20[#]这两种试样具有较强的吸湿性,从图中可以看出曲线的形状发生了很大的变化,尤其是 9/7 变化大,减量百分数明显增大。湿度之所以对热安定性的影响不同,这是由于不同物质的吸湿机理和吸湿程度不同造成的。

4 结 论

(1) 无壳弹发射药由于内部无数的孔洞使其具有一定的吸湿性,但 41[#](含 PNP 粘结剂)的吸湿性小于 20[#](含 NC 粘结剂)的吸湿性。

(2) 在相同湿度条件下,无壳弹发射药的安定性比参比火药好,而且 41[#]安定性比 20[#]好。

(3) 不同试样,由于其吸湿机理及吸湿程度不同,安定性随湿度的增加其变化程度不同。对于无壳弹发射药,41[#]吸湿性不大,安定性受湿度影响不大,而 20[#]吸湿性较大,安定性变化也大。

参考文献:

- [1] 王泽山,韩盘铭,张续柱. 火药实验[M]. 北京: 中国科技出版社,1992.
- [2] 陈天云. 硝酸铵吸湿性研究[J]. 爆破器材,1994(5): 30-32.
- [3] GJB770A-97. 火药实验方法军用标准.
- [4] Van Der Merw, Fouche F C. Analysis of propellants and explosives; chemical and physical methods[C]. Proc. of the 17th Int. Annu. Conf. of ICT, Karlsruhe, 1986.

A Study on Hygroscopicity and Thermal Stability of Caseless Propellant

YIN Ya-xia, XU Sai-long, ZHANG Xu-zhu, XIAO Zhong-liang

(North China Institute of Technology, Taiyuan 030051, China)

Abstract: The hygroscopicity of caseless propellant was compared with SB propellant 9/7, propellants DB-3 and DB-2 as reference under conditions of 90% ~ 99% RH and 19.5 °C, and 75% ~ 80% RH and 19.5 °C. The influence of humidity on the thermal stability of the caseless propellant was examined by means of 95 °C mass loss test at 95 °C. The experimental results show that the hygroscopicity of caseless propellants is higher than those of the referential samples mentioned above, and the hygroscopicity makes caseless propellants more thermally stable than the referential ones.

Key words: caseless propellant; hygroscopicity; thermal stability