

HTPB 类推进剂热安定性的共性规律研究

杨万均^{1,2}, 魏小琴^{1,2}, 黄文明^{1,2}, 余淑华^{1,2}

(1. 中国兵器工业第五九研究所, 重庆 400039;
2. 重庆市环境腐蚀与防护工程技术研究中心, 重庆 400039)

摘要: 为了了解不同配方的HTPB推进剂是否具有热安定性的共性规律,采用热减量法,通过不同温度的热老化试验,研究了4种不同配方的HTPB推进剂的热安定性的变化规律,得出了不同配方的HTPB推进剂具有相似的特征分解规律和热安定性规律的结论。该结论对预估HTPB推进剂的库房贮存性能具有重要的参考价值。

关键词: HTPB推进剂; 热安定性; 老化规律

中图分类号: TJ55 **文献标识码:** A

文章编号: 1672-9242(2011)03-0005-03

Study of General Rule of Thermal Stability of HTPB Propellant

YANG Wan-jun^{1,2}, WEI Xiao-qin^{1,2}, HUANG Wen-ming^{1,2}, YU Shu-hua^{1,2}

(1. No.59 Research Institute of China Ordnance Industry, Chongqing 400039, China;
2. Chongqing Engineering Research Center for Environmental Corrosion and Protection, Chongqing 400039, China)

Abstract: The general rule of thermal stability of HTPB propellants with 4 different ingredients was studied through thermal ageing test in different temperature by using degreasing method. It was concluded that HTPB propellants of different ingredients have similar characteristic decomposing rule and thermal stability rule. The purpose was to provide reference for pre-evaluating storage performance of HTPB propellant.

Key words: HTPB propellant; thermal stability; aging rule

要满足导弹发动机长期自然贮存的要求,推进剂必须具有良好的长期自然贮存热安定性。影响HTPB推进剂安定性的因素很多,推进剂的各种组分均可能成为影响安定性的内因,如氧化剂、功能

助剂、稀释剂、增塑剂、固化剂与粘结剂等。在众多影响因素中,针对HTPB粘结剂对热安定性的影响是否占主导地位,使得不同配方的HTPB推进剂的特征分解规律具有相似性,HTPB推进剂是否有热

收稿日期: 2010-10-08

作者简介: 杨万均(1971—),男,四川绵竹人,工程硕士,高级工程师,主要从事环境试验研究工作。

安定性的共性规律,用加速试验得到的热安定性共性规律对长期自然贮存是否具有指导性等问题进行了以下研究。

1 试验样品

为了使试验样品具有代表性,选择了不同配方、不同固化剂、不同燃速的HTPB推进剂方坯药为试验样品,样品的主要信息见表1。

表1 样品的主要信息

Table 1 Main information of HTPB propellant sample

样品名称	主要成分	燃速/(mm·s ⁻¹)
H-1推进剂	HTPB/IPDI/AP/Al	22
H-2推进剂	HTPB/IPDI/AP/Al	8
H-6推进剂	HTPB/TDI/AP/Al	10
H45推进剂	HTPB/TDI/AP/Al/RDX	15

注:IPDI为异佛尔酮二异氰酸酯;AP为高氯酸铵;Al为铝粉;RDX为黑索金。

2 试验方法

2.1 加速试验方法

参照GJB 770B—2005《火药试验方法 方法505.1 安定性、相容性和预估安全贮存寿命 热减量法》^[1],开展HTPB推进剂在50, 70, 80℃等不同温度下的热减量老化试验。

分别将4种推进剂方坯药切成厚薄、大小一致的小块,用感量为0.000 1 g的电子天平称量,每块质量为10 g左右,精确到0.000 1 g。每种推进剂每个试验温度各准备3块样品,将样品放入干燥器(内装氯化锂饱和溶液)内待用。

相同试验温度的同种推进剂分别装入铝塑复合薄膜袋内,将装有不同试验温度的4种待用样品的铝塑薄膜袋进行热焊密封,并用记号笔在铝塑薄膜袋上标明试验温度、样品名称、试验项目等。

取样:开始试验的第1周,每天用电子天平称量1次,以后每周称量1次。

称量:将取出的样品袋放入有控温控湿的实验室内,放置冷却30 min后剪开袋口分别称量,精确至

0.000 1 g,记录称量的时间、试验周期、样品名称及称量数据,样品放回袋子内然后热焊密封袋口。

称过的样品返回安全烘箱继续进行试验,样品从烘箱取出到再放回烘箱的时间间隔为1 h。

重复取样、称量,称过的样品返回安全烘箱继续进行试验,待样品开始加速分解后再继续试验2~3 d后停止试验。

2.2 长期自然贮存试验方法

具有典型气候特征的库房贮存试验是长期自然贮存试验的方法之一。将HTPB推进剂方坯分别放入铝塑复合薄膜袋内,排出袋内的空气后热焊密封袋口,然后再分别放入另外一个铝塑复合薄膜袋内焊封袋口,将装有样品的袋子放入密封的铁桶内,铁桶放置于库房内进行长期自然贮存。定期检测长期自然贮存推进剂的力学性能,检测温度为20℃。

3 试验结果与分析

3.1 不同推进剂的热安定性的共性规律分析

4种HTPB推进剂的试验结果如图1所示。

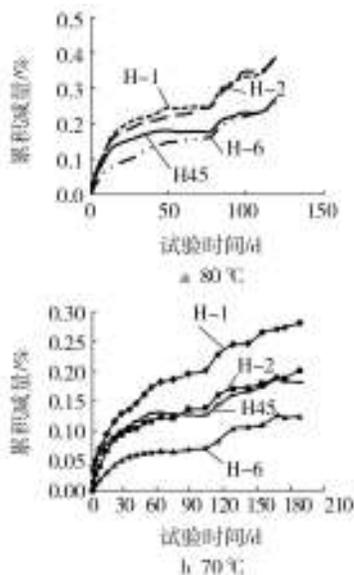


图1 试验减量曲线

Fig. 1 Decrease curve of 80℃ experimentation

由图1的累积减量-加热时间曲线可以看出,无论是三组元的H-1, H-2, H-6推进剂,还是四组元的H45推进剂,尽管其配方不同、燃速各异以及因

固化剂的不同导致粘接剂分子构架上的某些特性基团存在区别,由于不同推进剂所用HTPB粘接剂的分子主链上的结构基本相同,主链的结构对HTPB推进剂的热分解有主导控制作用。因此从宏观上表现出试验条件相同时,有4种推进剂的加速分解起始时间和匀速分解的起始时间相同、4条曲线的累积减量分数变化趋势基本相同、特征分解规律相似的共性规律。

3.2 不同推进剂的热安定性的特性分析

用匀速分解速率(R_{c1})、加速分解速率(R_{c2})作为表征推进剂的热安定性的特征参数,4种HTPB推进剂的特征参数见表2。

表2 HTPB推进剂的特征参数

Table 2 Character parameter of HTPB propellant

	试验 温度/℃	特征分解速率/($\text{mg}\cdot\text{d}^{-1}$)			
		H-1	H-2	H-6	H45
匀速分解	50	0.059 4	0.037 1	0.030 3	0.030 3
	70	0.110 7	0.097 3	0.094 0	0.060 0
	80	0.264 3	0.153 3	0.129 5	0.145 7
加速分解	50	0.055 7	0.046 4	0.037 6	0.034 3
	70	0.074 5	0.070 0	0.064 8	0.065 2
	80	0.388 1	0.338 1	0.226 2	0.245 2

由表2的数据可以看出:由于4种推进剂配方不同,使用的氧化剂、固化剂、增塑剂、功能助剂、性能调节剂及粘接剂交联固化的程度等存在差异,致使推进剂在贮存或受热时,内部存在的小分子及某些助剂向外迁移或扩散的能力不同、受热分解的能力各异,导致4种推进剂的特征参数 R_{c1} 、 R_{c2} 大小各异,表现出不同推进剂的热安定性具有不同的个性特征。

3.3 推进剂长期自然贮存的试验结果

推进剂长期自然贮存的试验结果见表3,为了便于比较,试验数据用伸长率相对于初始值的变化百分率表示,表3中的数据为库房贮存2 a的检测数据,检测试验条件为20 ℃。

3.4 加速试验与库房贮存试验结果的对比分析

表2的试验结果说明推进剂的热安定性优劣排序为H-6>H-2>H-1。表3的试验结果说明,推进

表3 推进剂库房贮存2 a的 ε_m 相对变化率

Table 3 Relative variational rate of ε_m for stockpiling 2 years of HTPB propellant

样品名	H-1	H-2	H-6
变化率/%	29	8.5	4.9

剂库房贮存2 a的 ε_m 相对变化率由小到大的排序为H-6<H-2<H-1。表2、表3的结果说明库房贮存2 a的推进剂的 ε_m 相对变化率与加速试验得到的热安定性的结论是一致的。因此,运用HTPB推进剂的累积减量分数变化趋势基本相同、特征分解规律相似的共性规律,采用相似产品预测法,用已知贮存性能的推进剂与待定型的推进剂开展对比试验,预估推进剂的贮存性能具有重要的参考价值。

4 结论

不同配方的HTPB推进剂的加速分解起始时间和匀速分解的起始时间相同,具有相似的热分解、热安定性的共性规律。该结论对预估HTPB推进剂的库房贮存性能具有重要的参考价值。

不同配方的HTPB推进剂,其热安定性特征参数 R_{c1} 、 R_{c2} 大小各异,表现为不同推进剂的热安定性的个性特征不同。

参考文献:

- [1] GJB 770B—2005,火药试验方法 方法505.1安定性、相容性和预估安全贮存寿命热减量法[S].