

文章编号: 1006-9941(2014)05-0641-05

# 几种常用燃速催化剂对 P(BAMO/AMMO) 含能粘合剂热分解性能的影响

王刚, 葛震, 罗运军

(北京理工大学材料学院, 北京 100081)

**摘要:** 用热重(TG)和差示扫描量热法(DSC)研究了 CuO、Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、碳黑(CB)、PbCO<sub>3</sub>、Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、(NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> 对 P(BAMO/AMMO) 含能粘合剂热分解性能的影响。结果表明: 6 种催化剂使 P(BAMO/AMMO) 粘合剂的起始分解温度向低温方向移动, 叠氮基团放热分解反应提前, 促进了粘合剂放热分解反应, 升温速率 10 °C·min<sup>-1</sup> 时, CB 和 PbCO<sub>3</sub> 使粘合剂的起始分解温度分别向低温方向移动 8.3 °C 和 24.2 °C。CuO、Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、PbCO<sub>3</sub>、(NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> 使 P(BAMO/AMMO) 粘合剂中叠氮基团的表观分解热分别增加 0.05, 0.09, 0.10, 0.06 kJ·g<sup>-1</sup>, 而 CB 和 Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 使叠氮基团的表观分解热减小。

**关键词:** 分析化学; 含能粘合剂; P(BAMO/AMMO); 燃速催化剂; 热分解

**中图分类号:** TJ55; O65

**文献标志码:** A

**DOI:** 10.3969/j.issn.1006-9941.2014.05.012

## 1 引言

含能粘合剂是指含有硝酸酯基(-ONO<sub>2</sub>)、硝基(-NO<sub>2</sub>)、硝胺基(-NNO<sub>2</sub>)、叠氮基(-N<sub>3</sub>)、二氟胺基(-NF<sub>2</sub>)等含能基团的粘合剂<sup>[1-2]</sup>。在含能粘合剂中, 由于叠氮类含能粘合剂具有放热量大、分解时不需要耗氧、分解产物分子量低、与硝胺类炸药有良好的相容性等优点, 引起了人们广泛地关注<sup>[3-5]</sup>。目前有应用价值的叠氮类粘合剂主要包括叠氮缩水甘油醚(GAP)、3,3'-双叠氮甲基环氧丁烷(BAMO)、3-叠氮甲基-3'-甲基环氧丁烷(AMMO)的均聚物及共聚物等。其中, 聚(3,3'-二叠氮甲基环氧丁烷/3-叠氮甲基-3'-甲基环氧丁烷)(P(BAMO/AMMO))含能粘合剂具有较高的能量水平、良好的力学性能以及加工性能, 被喻为下一代固体推进剂和发射药首选含能粘合剂<sup>[6]</sup>。

热塑性弹性体基推进剂具有良好的加工性能和优异的力学性能, 可回收和重复利用, 是一种绿色环保型推进剂<sup>[7]</sup>。P(BAMO/AMMO)基推进剂正是这类推进剂典型代表, 目前对于 P(BAMO/AMMO)基推进剂的研究主要是涉及 P(BAMO/AMMO)粘合剂的合成、表征<sup>[8-12]</sup>以及自身热分解性能<sup>[13-17]</sup>等。燃烧性能是评价固体推进剂

的一项重要指标, 而为了实现 P(BAMO/AMMO)推进剂的高速、稳定燃烧, 最方便、有效的方法就是添加燃速催化剂。研究表明推进剂组分的热分解性能与推进剂的燃烧性能密切相关<sup>[18]</sup>, 因此研究燃速催化剂对 P(BAMO/AMMO)基推进剂的主要组分 P(BAMO/AMMO)粘合剂热分解性能的影响十分必要。目前针对燃速催化剂对 P(BAMO/AMMO)基推进剂的固体组分如黑索今(RDX)、高氯酸铵(AP)等影响研究较多, Oyumi<sup>[19]</sup>研究了催化剂对 P(BAMO/AMMO)/AN/HMX 推进剂的热分解和燃烧特性, 研究表明重铬酸铵与铬酸铜联用是 P(BAMO/AMMO)/AN/HMX 推进剂最为有效的燃速调节剂, 可显著提高推进剂的燃速并降低推进剂的压力指数。而有关燃速催化剂对 P(BAMO/AMMO)粘合剂自身热分解性能的影响研究尚未见报道, 故本工作主要采用差示扫描量热法(DSC)和热重分析(TG)研究固体火箭推进剂中几种常用的燃速催化剂对 P(BAMO/AMMO)粘合剂热分解性能的影响。

## 2 实验部分

### 2.1 试剂与仪器

CuO: 化学纯, 天津博迪化工股份有限公司; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>: 化学纯, 天津市登科化学试剂有限公司; 碳黑(CB): 化学纯, 宏源化工原料有限公司; PbCO<sub>3</sub>: 化学纯, 天津市光复精细化工研究所; Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>: 化学纯, 宏源化工原料有限公司; (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>: 化学纯, 成都格雷西亚化学技术有限公司; 1,4-丁二醇

收稿日期: 2013-11-14; 修回日期: 2014-01-17

作者简介: 王刚(1987-), 男, 博士研究生, 主要从事含能高分子材料的研究。e-mail: wanggangbit@163.com

通信联系人: 罗运军(1964-), 男, 教授, 博士生导师, 主要从事含能材料及功能高分子材料的研究。e-mail: yjluo@bit.edu.cn

(BDO): 分析纯, 北京化工厂; 甲苯二异氰酸酯 (TDI), 分析纯, 北京化学试剂厂; P(BAMO/AMMO) 粘合剂: 实验室自制<sup>[20]</sup>, 相对分子质量 31000, 其中 PBAMO 与 PAMMO 的质量比为 1 : 1, 硬段 (BDO + TDI) 含量为 20% ;

采用差示扫描量热法 (DSC, 日本津岛公司 DSC-60) 对样品进行热分解测试, 铝坩埚, 试样量小于 2 mg, 动态气氛为高纯氮气, 流量为  $50 \text{ mL} \cdot \text{min}^{-1}$ , 升温速率  $10 \text{ }^\circ\text{C} \cdot \text{min}^{-1}$ ; 采用热重 (TG, METTLER TOLEDO TGA/DSC 同步热分析仪) 对样品进行热失重分析, 氧化铝坩埚, 试样量小于 2 mg, 动态气氛为高纯氮气, 升温速率  $10 \text{ }^\circ\text{C} \cdot \text{min}^{-1}$ 。

## 2.2 实验过程

准确称量 10 g P(BAMO/AMMO) 粘合剂于烧瓶

中, 加入 100 mL 二氯甲烷, 磁力搅拌使其完全溶解, 准确称量 0.5 g 燃速催化剂 ( $\text{CuO}$ 、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 、CB、 $\text{PbCO}_3$ 、 $\text{Bi}_2\text{O}_3$ 、 $(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ) 于烧瓶中, 继续搅拌 30 min, 将烧瓶置于超声水浴中分散 30 min, 减压蒸馏除去溶剂, 得到 P(BAMO/AMMO) 粘合剂与燃速催化剂 ( $\text{CuO}$ 、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 、CB、 $\text{PbCO}_3$ 、 $\text{Bi}_2\text{O}_3$ 、 $(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ) 的混合物, 置于真空干燥箱内,  $60 \text{ }^\circ\text{C}$  下真空干燥 4 h 即可制得样品。

## 3 结果与讨论

### 3.1 TG 分析

催化剂/P(BAMO/AMMO) 粘合剂样品的 TG-DTG 曲线如图 1 所示, 升温区间  $50 \sim 500 \text{ }^\circ\text{C}$ , 每组样品都有两个失重阶段, 各自的 TG-DTG 特性量列于表 1 中。

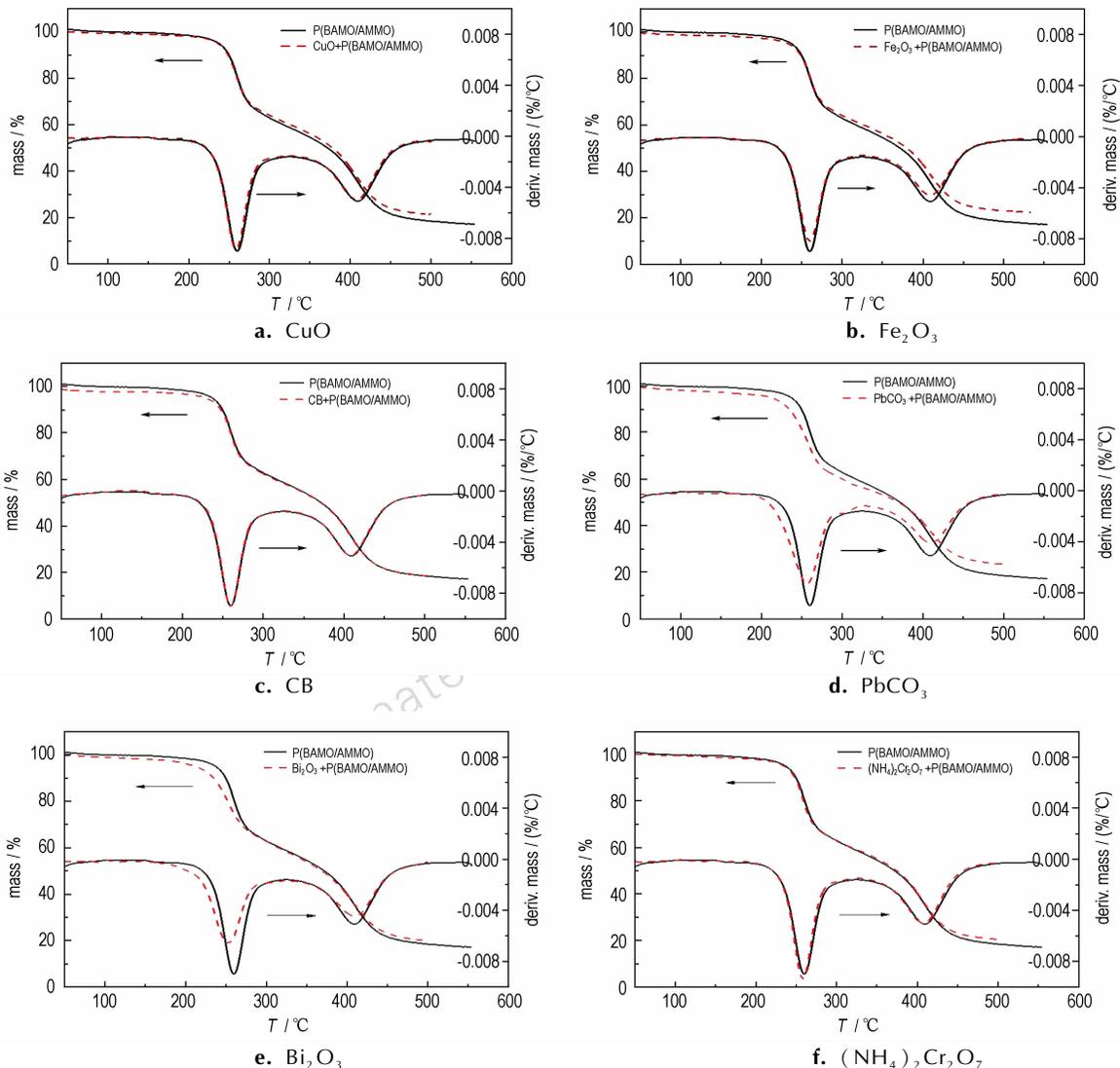


图 1 6 种燃速催化剂/P(BAMO/AMMO) 粘合剂的 TG-DTG 曲线

Fig.1 TG-DTG curves for six burning rate catalysts/P(BAMO/AMMO)

表 1 不同样品的 TG-DTG 特征量

Table 1 TG-DTG data of different samples

sample	$T_i / ^\circ\text{C}$	$T_{p1} / ^\circ\text{C}$	$T_{p2} / ^\circ\text{C}$
P(BAMO/AMMO)	237.3	259.8	409.0
P(BAMO/AMMO)+CuO	236.3	258.6	407.6
P(BAMO/AMMO)+Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	233.0	259.8	409.0
P(BAMO/AMMO)+CB	229.0	260.0	408.1
P(BAMO/AMMO)+PbCO <sub>3</sub>	213.1	256.6	409.3
P(BAMO/AMMO)+Bi <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	236.3	258.5	407.8
P(BAMO/AMMO)+(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	235.5	258.1	406.6

Note:  $T_i$  is initial decomposition temperature,  $T_{p1}$  is the first peak temperature of TG-DTG curve,  $T_{p2}$  is the second peak temperature of TG-DTG curve.

如图 1 所示, P(BAMO/AMMO) 粘合剂的 TG 曲线出现了两个失重阶段: 第一个失重阶段出现在 220~280 °C, 失重质量分数为 34%, 与粘合剂中叠氮基团的质量分数(33.2%)一致, 因此第一个失重阶段归属于侧链叠氮基团的热分解过程; 第二个失重阶段出现在 280~500 °C, 归属于预聚物聚醚主链的分解以及 TDI 与 BDO 所构成的聚氨酯硬段的分解, 之后质量趋于恒定。在 DTG 曲线中可以观察到 2 个失重分解峰, 与 TG 曲线相对应。由分解峰峰值确定两个分解过程最大失重速率峰分别在 259.8, 409.0 °C。

CuO、Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、CB、PbCO<sub>3</sub>、Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、(NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> 与 P(BAMO/AMMO) 粘合剂组成的混合样品的 TG 曲线也出现了两个阶段, 失重阶段出现的温度范围与 P(BAMO/AMMO) 的热失重曲线类似, 都在 220~280 °C 之间, 出现第一个失重阶段, 在 280~500 °C 之间, 出现第二个失重阶段, 之后质量趋于恒定。由此可以看出, 6 种燃速催化剂的加入并没有改变 P(BAMO/AMMO) 粘合剂的热分解历程, 都在 260 °C 左右和 409 °C 左右出现峰。这表明含能材料的起始分解温度与推进剂的燃速密切相关, 而且起始分解温度是表征含能材料热分解特性的重要参数, 起始分解温度低、放热早, 能够提前为后续的热分解提供能量, 加快后续热分解反应的进行<sup>[18,21-22]</sup>。由表 1 可以看出, 6 种催化剂都使 P(BAMO/AMMO) 的起始分解温度提前, CB、PbCO<sub>3</sub> 使 P(BAMO/AMMO) 的起始分解温度分别提前了 8.3, 24.2 °C。220~280 °C 失重阶段对应的是 P(BAMO/AMMO) 的侧链叠氮基团的热分解, 可以看出以上 6 种催化剂均可以使叠氮基团的热分解温度提前, 而叠氮基团的分解放热提前可以加速粘合剂热分解, 因此, 以上 6 种燃速催化剂均可以有效催化粘合剂的热分解, CB、PbCO<sub>3</sub> 的催化效果更优。

### 3.2 DSC 分析

由 TG 结果可知, 6 种燃速催化剂的加入均使粘合剂的起始分解温度提前, 为进一步探讨这几种催化剂对 P(BAMO/AMMO) 中叠氮基团的热分解的影响, 对 6 种样品进行了 DSC 测试, 结果如图 2 所示, 各样品的 DSC 特性量列于表 2。由 P(BAMO/AMMO) 的 DSC 曲线可以看出, P(BAMO/AMMO) 中叠氮基团的最大放热速率峰出现在 260.8 °C, 这与 TG-DTG 的结果一致, 而且催化剂的加入对叠氮基团的最大分解放热峰没有明显的影响, 都在 260 °C 左右。

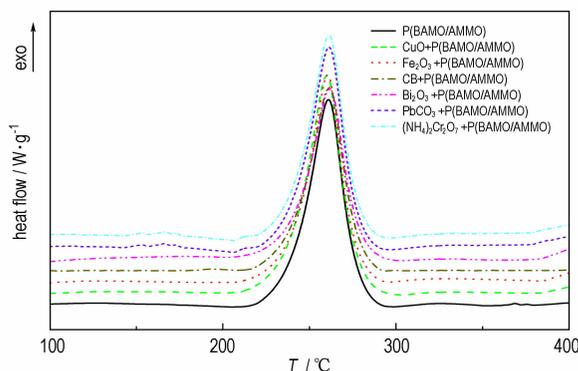


图 2 6 种燃速催化剂/P(BAMO/AMMO) 粘合剂的 DSC 曲线  
Fig. 2 DSC curves for six burning rate catalysts/P(BAMO/AMMO)

表 2 不同样品的 DSC 特征量

Table 2 DSC data of different samples

sample	$T_p / ^\circ\text{C}$	$\Delta H / \text{kJ} \cdot \text{g}^{-1}$
P(BAMO/AMMO)	260.8	1.12
P(BAMO/AMMO)+CuO	259.9	1.17
P(BAMO/AMMO)+Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	261.1	1.21
P(BAMO/AMMO)+CB	261.4	0.99
P(BAMO/AMMO)+PbCO <sub>3</sub>	261.3	1.22
P(BAMO/AMMO)+Bi <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	261.7	1.07
P(BAMO/AMMO)+(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	259.2	1.18

Note:  $T_p$  is peak temperature of DSC curve,  $\Delta H$  is heat of decomposition of sample.

由表 2 可知, P(BAMO/AMMO) 中叠氮基团的表观分解热  $\Delta H$  为 1.12  $\text{kJ} \cdot \text{g}^{-1}$ , 燃速催化剂的加入对叠氮基团的表观分解热影响不同, 其中 CuO、Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、PbCO<sub>3</sub>、(NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> 的加入使叠氮基团的表观分解热分别增加了 0.05, 0.09, 0.10, 0.06  $\text{kJ} \cdot \text{g}^{-1}$ , 而 CB、Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 的加入则使得叠氮基团的表观分解热减少。叠氮基团的表观分解热越大, 放热越多, 为粘合剂的进一步分解提供的能量越多, 因此越有利于粘合剂的热

分解。由此可知,  $\text{CuO}$ 、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 、 $\text{PbCO}_3$ 、 $(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  4 种燃速催化剂能有效催化 P(BAMO/AMMO) 中叠氮基团的热分解。结合之前的 TG 结果可知, 6 种燃速催化剂均使得 P(BAMO/AMMO) 的起始分解温度提前, 但是其中 CB、 $\text{Bi}_2\text{O}_3$  的加入使 P(BAMO/AMMO) 中叠氮基团的表观分解热减少, 因此,  $\text{CuO}$ 、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 、 $\text{PbCO}_3$ 、 $(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  为比较理想的 P(BAMO/AMMO) 粘合剂的燃速催化剂。

## 4 结论

热重分析结果表明,  $\text{CuO}$ 、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 、CB、 $\text{PbCO}_3$ 、 $\text{Bi}_2\text{O}_3$ 、 $(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  6 种催化剂都使得 P(BAMO/AMMO) 的起始分解温度提前, CB、 $\text{PbCO}_3$  的加入提前幅度较大, 这说明这几种催化剂都对 P(BAMO/AMMO) 粘合剂的热分解起到了催化作用。DSC 结果表明,  $\text{CuO}$ 、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 、 $\text{PbCO}_3$ 、 $(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  的加入使得 P(BAMO/AMMO) 中叠氮基团的表观分解热, 分别增加了 0.05, 0.09, 0.10, 0.06  $\text{kJ} \cdot \text{g}^{-1}$ , 而 CB、 $\text{Bi}_2\text{O}_3$  的加入使得 P(BAMO/AMMO) 中叠氮基团的表观分解热减少, 不利于热分解反应的进行。因此, 综合 TG 与 DSC 结果可知,  $\text{CuO}$ 、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 、 $\text{PbCO}_3$ 、 $(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  更能有效地催化 P(BAMO/AMMO) 粘合剂的热分解放热反应。

## 参考文献:

- [1] 陈支厦, 郑邯勇, 王树峰, 等. 叠氮类含能粘合剂研究进展[J]. 舰船防化, 2007(2): 1-5.  
CHEN Zhi-xia, ZHENG Han-yong, WANG Shu-feng, et al. Status and advance of azide energetic binders[J]. *Chemical Defence On Ships*, 2007(2): 1-5.
- [2] Talawar M B, Sivabalan R, Mukundan T, et al. Environmentally compatible next generation green energetic materials (GEMs) [J]. *Journal of Hazardous Materials*, 2009, 161: 589-607.
- [3] Sun Y L, Li S F. The Effect of nitrate esters on the thermal decomposition mechanism of GAP [J]. *Journal of Hazardous Materials*, 2008, 154: 112-117.
- [4] Oyumi Y. Thermal decomposition of AMMO/AP Composite propellants[J]. *Propellants, Explosives, Pyrotechnics*, 1993, 18: 168-172.
- [5] Oyumi Y, Mitarai Y, Anan T. Mechanism of catalytic effects on AMMO/HMX composite propellants combustion rates[J]. *Propellants, Explosives, Pyrotechnics*, 1993, 18: 195-200.
- [6] 罗运军, 王晓青, 葛震. 含能聚合物[M]. 北京: 国防工业出版社, 2011: 180-185.  
LUO Yun-jun, WANG Xiao-qing, GE Zhen. *Energetic Polymers* [M]. Beijing: National Defence Industry Press, Beijing, 2011: 180-185.
- [7] Mulage K S, Mishra A K, et al. Effect of ballistic modifiers on the burn rate of extruded composite propellant formulations based on thermoplastic elastomeric binder[J]. *International Journal of Energetic Materials and Chemical Propulsion*, 2012, 11(4): 375-388.
- [8] Piraino S, Kaste P, Snyder J, et al. Chemical and structural characterization of energetic thermoplastic elastomers: BAMO/AMMO Copolymers[C] // 35th International Annual Conference of ICT, Karlsruhe: Institut Chemische Technologie, 2004.
- [9] Sanderson A J, Edwards W W. Method for the synthesis of energetic thermoplastic elastomers in non-halogenate solvents: US, 6997997[P], 2006.
- [10] Manser G E, Miller R S. Thermoplastic elastomers having alternate crystalline structure for as high energy binders: US, 5210153[P], 1993.
- [11] Barbieri U, Keicher T, Polacco G. Homo- and copolymers of 3-tosyloxymethyl-3-methyl oxetane (TMMO) as precursors to energetic azido polymers[J]. *E-Polymers*, 2009, 46: 1-11.
- [12] Xu B P, Lillya C P, Chien J C W. Spiro(benzoxasilole) catalyzed polymerization of oxetane derivatives[J]. *Journal of Polymer Science Part A: Polymer Chemistry*, 1992, 30: 1899-1909.
- [13] Zenin A A. Physics of combustion of new oxidizer/polymer mixtures[R]. AD-A420008, 2003.
- [14] Sell T, Vyazovkin S, Wight C A. Thermal decomposition kinetics of PBAN-binder and composite solid rocket propellants [J]. *Combustion and Flame*, 1999, 119: 174-181.
- [15] Lee Y J, Kudva G, Litzinger T A. Thermal decomposition of BAMO/AMMO copolymer[R]. AIAA-2225, 1999.
- [16] Lee Y J, Litzinger T A. Thermal decomposition of BAMO/AMMO with and without  $\text{TiO}_2$  [J]. *Thermochimica Acta*, 2002, 384: 121-135.
- [17] 宋秀铎, 赵凤起, 王江宁, 等. BAMO-AMMO 的热行为及其与含能组分的相容性[J]. 火炸药学报 2008, 31(3): 75-78.  
SONG Xiu-duo, ZHAO Feng-qi, WANG Jiang-ning, et al. Thermal behaviors of BAMO-AMMO and its compatibility with some energetic materials[J]. *Chinese Journal of Explosives and Propellants*, 2008, 31(3): 75-78.
- [18] 顾健, 吴京汉. 燃速催化剂 LBC 对 GAP 推进剂主要组分热分解行为的影响[J]. 固体火箭技术. 2011, 34(4): 492-496.  
GU Jian, WU Jing-han. Effect of lead-salt burning-rate catalyst LBC on thermal decomposition behaviors of key constituents of GAP propellant[J]. *Journal of Solid Rocket Technology*, 2011, 34: 492-496.
- [19] Oyumi Y, Inokami K, Yamazaki K, et al. Burning rate augmentation of BAMO based propellants[J]. *Propellants, Explosives, Pyrotech*, 1994, 19: 180.
- [20] 张弛. BAMO-AMMO 含能粘合剂的合成、表征及应用研究[D]. 北京理工大学. 2011: 148-155.  
ZHANG Chi. Synthesis, Characterization and application of BAMO-AMMO energetic binder[D]. Beijing: Beijing Institute of Technology, 2011: 148-155.
- [21] Liu L L, LiFS, Tan LH, et al. Effects of Ni, Cu, Al and Ni-Cu nanopowders on the thermal decomposition of ammonium perchlorate[J]. *Propellants, Explosives, Pyrotechnics*, 2004, 29(1): 34-38.
- [22] 陈伟凡, 李凤生, 刘建勋, 等. 纳米  $\text{Co}_3\text{O}_4$  的制备及其对高氯酸铵热分解的催化性能[J]. 催化学报, 2005, 20(12): 1073-1077.  
CHEN Wei-fan, LI Feng-sheng, LIU Jian-xun, et al. Preparation of nanocrystalline  $\text{Co}_3\text{O}_4$  and its catalytic performance for thermal decomposition of ammonium perchlorate[J]. *Chinese Journal of Catalysis*, 2005, 20(12): 1073-1077.

## Effect of Several Burning Rate Catalysts on the Thermal Decomposition Properties of P(BAMO/AMMO) Energetic Binder

WANG Gang, GE Zhen, LUO Yun-jun

(School of Materials Science & Engineering, Beijing Institute of Technology, Beijing 100081, China)

**Abstract:** The effect of CuO, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, carbon black (CB), PbCO<sub>3</sub>, Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub> and (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> on the thermal decomposition properties of P(BAMO/AMMO) energetic binder was investigated by TG and DSC. Results show that the six burning rate catalysts make the initial decomposition temperature of P(BAMO/AMMO) binder shift downwards and the exothermic decomposition reaction of azide groups advance, and the exothermic decomposition reaction of binder is promoted, in which, CB and PbCO<sub>3</sub> make the initial decomposition temperature of the binder shift 8.3 °C and 24.2 °C downwards at a heating rate of 10 °C · min<sup>-1</sup>, respectively. CuO, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, PbCO<sub>3</sub> and (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> make the apparent decomposition heat of azide groups in P(BAMO/AMMO) binder increase by 0.05, 0.09, 0.10 kJ · g<sup>-1</sup> and 0.06 kJ · g<sup>-1</sup>, respectively, whereas CB and Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub> make the apparent decomposition heat of azide groups decrease.

**Key words:** material science; energetic binder; P(BAMO/AMMO); burning rate catalyst; thermal decomposition

**CLC number:** TJ55; O65

**Document code:** A

**DOI:** 10.3969/j.issn.1006-9941.2014.05.012



### 中国兵工学会火炸药专业委员会成立五十周年“2014 年火炸药技术学术研讨会”成功举行

正值中国兵工学会火炸药专业委员会成立五十周年之际，“2014 年火炸药技术学术研讨会”于 9 月 1 日~4 日在山东青岛隆重召开。这是由中国兵工学会火炸药专业委员会、总装备部火炸药技术专业组、火炸药燃烧国防科技重点实验室共同联合召开的又一次大型学术盛会。火炸药业界 46 个单位, 200 余名专家学者参加了大会。

中国兵工学会火炸药专业委员会主任委员、北京理工大学副校长杨宾主持大会, 并代表主办方致开幕辞。中国科协副主席冯长根教授、中国兵工学会秘书长于小虎、中国兵器科学研究院书记胡高社以及总装等领导莅临大会并讲话。

大会特邀了火炸药行业王泽山院士、肖忠良、肖川、庞爱民、聂福德、王树山等十位专家, 围绕火炸药科技发展战略及火炸药的概念创新、技术创新、集成创新等热点做了精彩的报告。报告既反映了兵器、航天、航空、核工业、化工各领域针对含能材料学科在当前国内外发展的前沿探索, 也反映了我国对火炸药的需求、生产、应用中的深层次技术问题。分会报告中, 代表们也分别针对火炸药领域的学科发展、基础研究、创新、探索、应用技术和研究成果进行了广泛深入的交流和热烈的讨论。

本次研讨会以“立足火炸药军事需求, 实践火炸药技术创新与跨越式发展”为主题, 探讨了超高能材料、超级毁伤弹药及高效毁伤的发展新趋势。本次大会促进了决策、研究、生产、武器装备、使用等单位之间的技术交流、信息传递与协作, 变跟踪创新为自主创新, 以适应新技术发展的需求。与会代表一致认为这次大会将对推动火炸药技术的发展、推进军事创新起到重要作用。

(火炸药专业委员会 任 芊 供稿)

