

文章编号: 1006-9941(2001)03-0130-03

# 新型含能催化剂在低特征信号推进剂中的应用研究

刘所恩, 杜宝玉, 张健, 潘葆, 李万辉, 谢桂芳  
(山西兴安化学工业(集团)有限公司, 山西太原 030008)

**摘要:** 对六种新型含能催化剂在高能低特征信号推进剂中的应用进行了研究。研究发现这些含能催化剂不仅能提高推进剂能量,而且催化活性更高,可解决高 RDX 含量推进剂燃速性能很差的技术难题。

**关键词:** 含能催化剂; 低特征信号; 固体推进剂  
**中图分类号:** V512

**文献标识码:** A

## 1 引言

燃烧催化剂是调节固体推进剂燃烧性能不可缺少的组分之一,是固体推进剂配方中非常关键的功能材料。双基粘合剂系固体推进剂一般都选用无机或有机物的铅盐、铜盐与炭黑组成燃烧催化剂系统。近二十多年来,我国从事固体推进剂研究者在三元(铅-铜-炭)复合催化剂研究应用方面做了大量的工作,并取得了可喜的成果<sup>[1-3]</sup>。但是过去大量研究应用的都属于惰性催化剂,对推进剂能量有损失,活性也较低。近几年来,含能催化剂的研究应用在国内已得到普遍重视<sup>[4-7]</sup>,是今后燃烧催化剂的一个研究方向。

由于低特征信号推进剂中禁止加入 Al 粉等高能燃料,因此能量一般较低。高活性含能催化剂的应用已成为提高低特征信号推进剂能量并降低烟雾特征信号的一种十分有效的技术手段。本试验选用了六种新型含能催化剂,并就其在低特征信号推进剂中的应用进行了研究,结果证明这些含能催化剂不仅有利于提高配方能量,而且催化活性更高,对研制高能低特征信号推进剂起到了十分关键的作用,这几种含能催化剂中尤以 NTO 的铅铜复合盐(NPC)的催化效果最佳。

## 2 实验

### 2.1 基础配方

试验用基础配方见表 1。

收稿日期: 2001-04-16; 修回日期: 2001-05-24

作者简介: 刘所恩(1968-),男,工程师,从事螺压改性双基推进剂研究工作,已在国内专业学术会议或刊物上发表科技论文十余篇。

表 1 试验用基础配方

Table 1 Basic formulation for testing

双基粘合剂 CG	RDX	工艺物	弹道稳定剂	燃烧催化剂
/%	/%	/%	/%	/%
40.2	54.5 ~ 55.5	1.3	1.5	1.5 ~ 2.5

注: CG, 双基粘合剂 NC + NG。

### 2.2 试验条件

燃速药条采用传统的无溶剂吸收-压延-压伸工艺制备,燃速测试采用靶线法在充氮恒压燃速仪中进行。

## 3 研究结果

### 3.1 含能铅盐催化剂的研究结果

铅盐催化剂是双基粘合剂系推进剂的主催化剂,作者共对 2,4,6-三硝基苯甲酸铅(TNP)、3,5-二硝基水杨酸铅(DNSP)、NTO 的铅盐(NP)三种含能催化剂进行了试验,将这三种含能铅盐催化剂分别与惰性催化剂  $\beta$ -Cu 和 CB 分别组成三个半含能催化剂系统,并按表 1 配比分别制备高能低特征信号推进剂,然后进行了正交试验和复证试验,结果如下:

a. TNP/ $\beta$ -Cu/CB 系统:催化剂总量可能控制在 2.5% 左右,推进剂压力指数大于 0.4;

b. DNSP/ $\beta$ -Cu/CB 系统:催化剂总量可能控制在 2.5% 左右,推进剂压力指数可达 0.35 左右;

c. NP/ $\beta$ -Cu/CB 系统:催化剂总量可能控制在 2.5% 左右,推进剂压力指数可以达到 0.3 以下。

试验还发现:在这几种铅盐催化剂中,NP 的催化效果最佳,放大试验同样证明了这一结论,在 10 ~ 16 MPa 压力范围内,甚至出现了平台效应。表 2 是 NP/ $\beta$ -Cu/CB 催化系统放大试验时测得的燃速结果。

表2 NP/ $\beta$ -Cu/CB 催化剂系统放大试验结果Table 2 Testing results of NP/ $\beta$ -Cu/CB system

不同压力 (MPa) 下的燃速 /mm · s <sup>-1</sup>						不同压力 (MPa) 区间压力指数		
6	8	10	12	14	16	18	(6~18)	(10~16)
15.60	17.40	18.61	19.33	20.01	20.65	21.62	0.281	0.221

### 3.2 含能铜盐催化剂的研究结果

铜盐催化剂在配方中虽然用量一般不太多,但它作为一种辅助催化剂对推进剂燃速性能也起着较大的作用。为了取代惰性铜盐催化剂  $\beta$ -Cu, 进一步提高推进剂的能量, 作者对两种含能的铜盐催化剂进行了试验研究, 它们分别是 CDNS 及 CN (NTO 的铜盐), 对这两种铜盐催化剂分别与 NP 及 CB 组成全含能的催化剂系统进行了正交和复证试验, 结论如下:

a. NP/CN/CB 系统: 催化剂总量可以控制在 2.1% 左右, 压力指数 0.35 左右;

b. NP/CDNS/CB 系统: 催化剂总量可以控制在 2.5% 左右, 压力指数 0.40 左右。

结果发现, CN 比 CDNS 的催化活性高, 不仅可以降低催化剂的加入量, 而且燃速压力指数也小。表 3 是对 NP/CN/CB 催化剂系统进行放大试验获得的燃速结果。

表3 NP/CN/CB 催化剂系统放大试验结果

Table 3 Testing results of NP/CN/CB system

不同压力 (MPa) 下的燃速 /mm · s <sup>-1</sup>						不同压力 (MPa) 区间压力指数	
10	12	14	16	18	20	(10~20)	(10~16)
19.39	20.68	21.80	22.80	24.15	25.68	0.394	0.345

### 3.3 含能铅铜复合盐催化剂的试验研究

理论计算用 NP/CN/CB 全含能催化剂系统代替一般常用的惰性催化剂系统, 推进剂比冲可以提高近  $30 \text{ N} \cdot \text{s} \cdot \text{kg}^{-1}$ , 试验结果也证明了这一点。但是我们发现使用 NP/CN/CB 全含能催化剂系统与使用 NP/ $\beta$ -Cu/CB 半含能催化剂系统相比, 前者燃速压力指数要大一些, 没有达到平台效应。国内外一些研究经验认为, 相同母体的铅铜复合盐其催化活性要优于单铅与单铜的配伍使用, 所以, 我们又开展了对含能铅铜复合盐 NPC 的研究试验, 以期进一步降低压力指数。经过半年多的试验研究, 达到了非常满意的效果, 在催化剂的总量没有增加的情况下, 推进剂燃速提高了, 压力指数却

降低了, 获得了平台效应, 而且平台区也拓宽了。表 4 是 NPC/CB 催化剂系统放大试验获得的燃速结果。

表4 NPC/CB 催化剂系统试验结果

Table 4 Testing results of NPC/CB system

不同压力 (MPa) 下的燃速 /mm · s <sup>-1</sup>						不同压力 (MPa) 区间压力指数		
8	10	12	14	16	18	20	(8~20)	(10~16)
20.17	21.88	22.13	22.82	23.21	23.59	24.85	0.203	0.165

## 4 结束语

含能催化剂对提高推进剂能量做出了一定贡献。使用一般的惰性催化剂, 当配方中 RDX 含量达到 55% 左右时, 推进剂的燃速性能将变得很差。新型含能催化剂 NPC 的应用成功地解决了这一技术难题。这种催化剂不仅以复合盐形式实现了催化剂系统的全含能, 而且催化活性很高, 在配方中的加入量可低到一般惰性催化剂无可比拟的程度。这对进一步提高推进剂的能量, 降低其特征信号起到了事半功倍的作用, 已成为我们研制高能低特征信号推进剂的一项关键技术。

致谢: 感谢西安近代化学研究所陈深坤、付霞云两位副研究员研究合成并提供部分含能催化剂。

### 参考文献:

- [1] 李上文, 孟燮铨, 张蕊娥, 等. 螺压硝胺无烟改性双基推进剂燃烧性能调节和控制规律初探[J]. 推进技术, 1995(3): 63-69.
- [2] 马水娥, 卢拴仓, 潘文达, 等. 复合催化剂对 Al-HMX-CMDB 推进剂燃烧性能影响研究[J]. 火炸药, 1993(2): 6-10.
- [3] Li Shangwen. Influence of carbon black on performance of RDX-CMDB propellant[J]. 工业火药(日本), 1986, 147(3): 144-149.
- [4] 李上文, 王江宁, 付霞云, 等. 某些 NTO 铅盐作为含能燃烧催化剂的探索[J]. 含能材料, 1993(3): 22-27.
- [5] 魏运洋, 王云. 几种芳香酸的硝化及其铅盐的合成研究[J]. 含能材料, 1995, 3(3): 28-33.
- [6] 刘所恩, 赵凤起, 袁潮, 等. 新型含能催化剂对 Al-RDX-CMDB 推进剂热分解性能的影响[J]. 火炸药学报, 1997, 9(3): 36-39.
- [7] 李上文, 赵凤起, 刘所恩, 等. 惰性含能催化剂对 Al-RDX-CMDB 推进剂燃烧性能的影响[J]. 含能材料, 1997, 6(2): 49-54.

## Applied Studies of New Energetic Catalysts in the Screw Extruded Energetic Propellant with Low Signature

LIU Suo-en, DU Bao-yu, ZHANG Jian, PAN Bao, LI Wan-hui, XIE Gui-fang

(*Shanxi Xing'an Chemical Industry (Group) Corporation Limited, Taiyuan 030008, China*)

**Abstract:** This paper conducts perimental studies of the six new and energetic catalysts in the screw extruded energetic propellant with low signatrue. It is discovered that these catalysts are not only energetic, but also high activated. By these catalysts, the difficult technical problem about inferior burning rate's proPERT of proellant with high RDX cONTECT is successfully solved. These catalysts lead to the important roles in studing of energetic propellant with low signature.

**Key words:** energetic catalyst; low signature; solid propellant

---

### 本刊加入《中国学术期刊(光盘版)》和“中国期刊网”的声明

为适应我国信息化建设需要,扩大作者学术交流渠道,本刊已加入《中国学术期刊(光盘版)》和“中国期刊网”,其作者著作权使用费交中国版权保护中心统一分配。如作者不同意将文章编入该数据库,请在来稿时声明,本刊将做适当处理。