

少铝硝胺推进剂燃速调节研究*

刘德辉 吕振忠 吴文清 李义和

(国防科学技术大学材料科学与应用化学系, 长沙, 410073)

摘 要: 研究了多种添加剂对少铝 RDX/HTPB 推进剂燃速的影响, 结果表明硼氢化合物、活性碳、碳氢化合物以及铁的化合物等均对燃速催化不明显, 但 Cat. 3 却能大幅度提高少铝 RDX/HTPB 推进剂的燃速, 7.0MPa 下燃速提高幅度近 40%。

主题词: 硝胺推进剂, 铝粉, 燃速, 燃速调节剂

分类号: V512.3

THE STUDY OF ADJUSTMENTS IN THE BURNING RATE OF NITRAMINE PROPELLANTS WITH SMALL AMOUNT OF ALUMINIUM

Liu Dehui Lü Zhenzhong Wu Wenqing Li Yihe

(Dept. of Material Science and Applied Chemistry National Univ.
of Defense Technology, Changsha, 410073)

Abstract: The effects of additives on the burning rates of RDX/HTPB propellants with small amount of aluminium are investigated in this paper. The results show that some compounds, such as borohydride, active carbon, hydrocarbon and molysite, to have no obvious effects on increasing burning rates, but Cat. 3 can result in a great increase in the burning rate. The burning rate of nitramine propellant containing Cat. 3 can increase nearly 40% at 7.0MPa pressure.

Subject terms: Nitramine propellant, Powdered aluminium, Burning rate, Burning rate modifier

1 引 言

高能少烟的硝胺推进剂燃烧速度低, 燃速调节困难, 限制了这类推进剂的研究和发展。本文研究了多种添加剂对 RDX/HTPB/Al 推进剂燃速的影响, 找到了一种较理想的燃速调节剂。

2 实 验

以高能化和少烟化为目标, 优选出了高能少烟的少铝硝胺推进剂配方^[1], 并且开展了这类推进剂点火性能的研究, 找到了一种良好的点火添加剂 ID-3^[2]。本研究中选定的基础配方为 RDX/HTPB/Al/KZ/ID-3 (78/13/5/3/1), 添加剂外加。推进剂用常规法制备, 用靶线法测其燃速。

* 收稿日期: 19960917, 本课题属国防科技预研基金资助项目

3 结果及讨论

先后研究了三十多种添加剂对 RDX 热分解及少铝硝胺推进剂燃速的影响,表1中列出了部分有代表性的实验结果。表中燃速压强指数 n 由 Vieie 公式 $r=bp^n$ 求得。分析表1中的数据不难发现如下几个特点:

Table 1 Experimental results of burning rates of nitramine propellants with a little aluminium

Kinds of additives number and their contents (%)	Burning rates (mm/s)				n
	4.0MPa	5.0MPa	6.0MPa	7.0MPa	
1 Basic formula	3.20±0.04	3.53±0.08	3.72±0.10	4.50±0.13	0.565
2 Na ₂ S ₂ O ₈ (1.0)	3.08±0.11	3.34±0.05	4.01±0.17	4.85±0.13	0.813
3 KBH ₄ (2.0)	3.12±0.11	3.64±0.08	4.00±0.09	4.59±0.05	0.670
4 C (1.0)	2.79±0.08	3.46±0.10	3.90±0.02	4.13±0.11	0.708
5 FeSnO ₃ (2.0)	3.01±0.13	3.54±0.14	3.69±0.09	4.38±0.15	0.623
6 FeSnO ₃ (2.0) +C (1.0)	2.58±0.09	3.02±0.09	3.55±0.03	4.17±0.13	0.855
7 Ferrocene (2.0)	3.01±0.11	3.41±0.09	3.63±0.11	3.78±0.04	0.406
8 PbSnO ₃ (2.0)	3.42±0.17	3.51±0.14	3.78±0.23	4.71±0.22	0.533
9 PbSnO ₃ (1.0) +Urea (1.0)	3.05±0.06	3.29±0.04	3.63±0.24	4.17±0.18	0.547
10 Cat. 1 (2.8)	3.54±0.13	3.70±0.07	4.24±0.05	5.41±0.12	0.732
11 Cat. 2 (3.0)	4.08±0.09	4.46±0.12	5.09±0.15	5.79±0.14	0.627
12 Cat. 3 (3.0)	4.37±0.05	4.86±0.19	5.56±0.14	6.27±0.11	0.648

(1) KBH₄并不如想像的那样可使硝胺推进剂的燃速得到催化,基本上看不出有催化现象存在。

(2) 由1号和4号、5号和6号发现,活性碳的加入不但未使燃速得到催化,反而使压强指数得以升高。在双基推进剂中碳黑是一种良好的催化剂,它主要通过燃面上生成灼热的碳而加速凝相分解。但在 RDX/HTPB 推进剂中,热分析表明碳黑可使 RDX 分解时的吸热峰和放热峰分别提前40°C和10°C,具有较明显的催化性,但将碳黑加入硝胺推进剂中却没有达到催化的目的,据此可以得到两点认识:第一,硝胺推进剂由于贫氧,因此,增加碳的含量以期形成较多的灼热碳,从而达到催化的目的是不现实的。相反,由于燃烧不充分,导致对压强更敏感,反而使压强指数升高;第二,尽管碳黑对含量占绝大多数的 RDX 具有凝相催化作用,

但决定硝胺推进剂的燃速主要是气相反应,因而,在研究这类推进剂的催化性时,需要借助一些较先进的分析测试气相反应的仪器来进行。

(3) 由8号和9号看出,硝胺推进剂中引入脲素等碳氢化合物就如同引入碳黑一样,达不到催化燃速的目的。

(4) 锡酸盐对 RDX/HTPB 推进剂燃速无明显的催化作用。

(5) 铁的化合物或其盐类对 RDX/HTPB 推进剂燃速无明显的催化作用,特别是对 AP/HTPB 推进剂很有效的辛基二茂铁,它的加入反而使 RDX/HTPB 推进剂的燃速降低,不过却对降低压强指数有利。对比 AP/HTPB 推进剂和 RDX/HTPB 推进剂中二茂铁的作用,很明显,二茂铁对 AP 的催化分解具有十分明显的作用。

(6) 添加剂 Cat. 1, Cat. 2 和 Cat. 3 均是硝胺推进剂较好的燃速催化剂,尤其是 Cat. 3 可使燃速提高幅度 (7.0MPa 下) 近40%,但这三种添加剂却使压强指数稍有增大。

参 考 文 献

- 1 刘德辉、吴文清. 含铝硝胺推进剂配方优化设计. 兵工学会火炸药专业委员会四届二次年会论文资料, 1996
- 2 刘德辉、吴文清. 硝胺推进剂点火性能研究. 兵工学会火炸药专业委员会四届二次年会论文资料, 1996

简 讯

NASA 签订了两项助推器飞回合同

NASA 马歇尔航天飞行中心与洛克希德马丁公司和波音公司分别签订了1百万美元的合同,对改进的航天飞机火箭助推器进行深入的概念性研究。新型液体推进剂助推器能够飞回着陆在肯尼迪航天中心,而现有的固体火箭助推器(SRBs)溅落在海里回收。液体助推器的可控性比固体火箭助推器的好。

无人驾驶助推器发射后大约2min 从航天飞机分离,再飞行9min 时,用喷气发动机飞回发射场,着陆在航天飞机跑道上。

NASA 已选定四种供谈判用的方案,这导致签订新型低成本发射系统技术飞行验证器初始设计的合同。预估1997年签订的总经费为800万美元。

(龙玉珍 供稿)