

一种新型的复合麦撒推进剂

邓康清 王光天 王桂兰

(航空航天部42所)

摘 要: 研制了一种新型的含EM503的PU复合麦撒推进剂, 它在 4.90~9.66MPa 压强范围内产生麦撒燃烧。其麦撒区压强指数为 -0.29。从目前报道看来, 这是我国第二种复合麦撒推进剂, 也是首次在中燃速(约7.2~7.9mm/s)下获得的复合麦撒推进剂。

主题词: 固体推进剂, 推进剂压力指数, 平台推进剂, 推进剂添加剂

A NEW TYPE OF COMPOSITE MESA PROPELLANTS

Deng Kangqing Wang Guangtian Wang Guilan

(The 42nd Research Institute)

Abstract: A new type of polyurethane composite mesa propellants with the abbitive of EM503 has been developed. The propellant burns with plateau and mesa effect in the pressure range of 4.90~9.66MPa. Its pressure exponent is -0.29. According to the literature available, this is the second kind of composite mesa propellants with middle burning rate (about 7.2~7.9mm/s) for the first time in China.

Keywords: Solid propellant, Propellant pressure exponent, Mesa burning propellant, Prpoellant additive

符 号 表

EM503-1	一种新型添加剂	EM503-2	一种新型添加剂
EM503	EM503-1和EM503-2的总称	n	燃速压强指数
r	燃速	PU	聚氨酯
CaCO_3	碳酸钙	AP	高氯酸铵
Al	铝粉		

1 前言

复合固体推进剂在中压段 (2.94~8.83MPa) 燃速压强指数 (下称 n) 一般在0.2~0.6之间。但也有一类特殊的推进剂, 其 $n \leq 0$ 。称 $n = 0$ 的推进剂为平台推进剂, $n < 0$ 的推进剂为麦撒推进剂。

麦撒推进剂具有许多特殊的优点: ①燃烧室内压强波动小, 为发动机提供了一个安全工作的压强界限, 保证了火箭发动机的安全运行。②具有比平台推进剂更小的燃速温度敏感系数, 拓宽了使用温度范围。③温度敏感系数低, 火箭弹道偏差就小, 从而提高了射击精度和密集度。④火箭工作期间, 若燃面突燃增大, 这时负压强指数推进剂可起到安全阀的作用。

由于麦撒推进剂具有上述特殊的性能, 因此可用于燃气发生器和“无控”的战术导弹中。

双基麦撒推进剂研究起步较早。到目前为止, 研制出了Pb盐、Cu盐或Pb-Cu复合催化剂以使双基推进剂获得平台、麦撒燃烧^[1,2]。复合麦撒推进剂的研究则晚多了, 数量也较小。国外60年代报道多些, 以后又很少了。国内只有徐温干、李葆萱和殷金其等^[3,4]报道过利用CaCO₃使PU推进剂获得麦撒燃烧, 并对其作用机理进行了探讨。

本文将EM503引入PU推进剂中, 结果在4.90~9.66MPa压强范围内产生平台、麦撒燃烧, 麦撒区压强指数为-0.29。

2 实验配方及实验结果

2.1 实验配方

将EM503-1和EM503-2按表1配方加入PU推进剂, 测其在2.94~19.70MPa压强范围内的燃速及常温力学性能。

2.2 实验结果

上述推进剂燃速测试结果见表2。图1为推进剂的燃速压强关系曲线。可见, 含EM503的PU推进剂产生了麦撒燃烧。下面分五个区间加以说明。

表1 实验配方组成

配方编号	PU 胶	AP	Al	添加剂及含量
EM-91-50	16%	70%	14%	/
EM-91-51	16%	70%	9%	EM503-2 5%
EM-91-62	16%	70%	9%	EM503-1 5%

表2 PU推进剂的燃速

配 方 编 号	各压强下的平均燃速 (mm/s)							
	2.94 MPa	4.90 MPa	6.86 MPa	8.83 MPa	9.66 MPa	12.55 MPa	15.82 MPa	19.70 MPa
EM-91-50	熄 火	5.05	5.36	5.94	5.97	6.94	8.85	10.14
EM-91-51	5.07	7.77	7.90	7.30	7.16	7.79	8.97	10.47
EM-91-52	5.75	6.85	7.22	6.63	6.57	7.13	8.03	9.23

表4为含EM503推进剂的常温力学性能数据。从中可知, EM503对PU推进剂常温力学性能基本无影响。通过调节固化参数, 可达到型号配方对推进剂力学性能的要求。

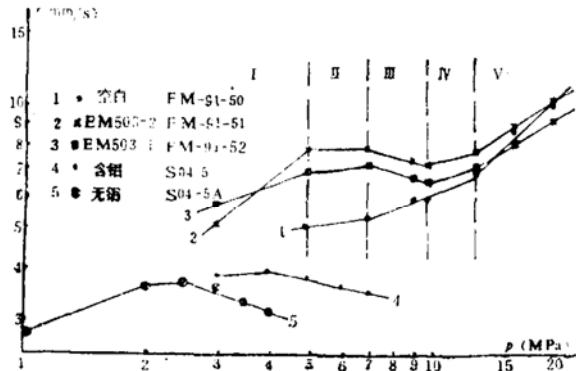


图1 含EM503和含CaCO₃的两种麦撒推进剂的燃速压强关系曲线

表3 PU推进剂燃速压强指数

配方编号	n				
	(I区)	(II区)	(III区)	(IV区)	(V区)
EM-91-50	/	0.18	0.34	0.58	0.84
EM-91-51	0.84	0.05	-0.29	0.32	0.66
EM-91-52	0.34	0.15	-0.29	0.31	0.57

因为EM503是一种含能添加剂,所以推进剂配方中EM503的加入并不影响推进剂的能量性能。

3 与国内同类配方的比较

徐温干等^[3]在PU推进剂中加入CaCO₃,得到低燃速的麦撒推进剂,其配方主要为含铝

表5 含CaCO₃的PU推进剂燃速数据

配方编号	配方特点	各压强下燃速 (mm/s)									
		0.98 MPa	1.96 MPa	2.45 MPa	2.94 MPa	3.43 MPa	3.92 MPa	4.41 MPa	4.90 MPa	5.88 MPa	6.86 MPa
Sc4-5	PU/AP/Al	/	/	/	3.87	/	3.98	/	3.85	3.65	3.51
S04-5A	PU/AP	2.79	3.61	3.75	3.62	3.35	3.19	熄火	熄火	/	/

及不含铝的PU/AP推进剂。其燃速数据见表5。燃速随压强的变化情况见图1。

本研究加EM503所得到的麦撒推进剂和加CaCO₃所得到的麦撒推进剂比较见表6。从中可见两者主要区别在于:

- a. 产生麦撒燃烧的压强范围不同;
- b. 两者相对应的燃速不同。

- I区 2.94—4.90MPa 低压超速 燃烧区 $n > 0$
- II区 4.90—6.86MPa 平台区 $n \approx 0$
- III区 6.86—9.66MPa 麦撒区 $n < 0$
- IV区 9.66—12.55MPa 燃速回升区 $n > 0$
- V区 12.55—19.22MPa 高压超速区 $n > 0$

各区压强指数列于表3中。

表4 含EM503推进剂的力学性能

配方编号	配方特点	测试结果			测试条件	
		σ_m (MPa)	ϵ_m (%)	ϵ_b (%)	温度 (°C)	拉速 (mm/min)
EM-91-50	空白	1.22	26.1	32.5	25	100
EM-91-51	EM503-2	0.88	24.8	31.1	25	100
M-E91-52	EM503-1	0.65	41.2	60.0	25	100

表6 含EM503和含CaCO₃的两种麦撒推进剂比较^①

配方编号	配 方 特 点	平台麦撒压强范围 (MPa)	r_p (mm/s)	n_p	r_m (mm/s)	n_m
EM-91-51	EM503-2 含铝	4.90—9.66	7.90	0.05	7.16	-0.29
EM-91-52	EM503-1 含铝	4.90—9.66	7.22	0.15	6.57	-0.29
SC4-5A ^②	CaCO ₃ 无铝	1.96—3.92	3.75	0.17	3.19	-0.37
S04-5	CaCO ₃ 含铝	2.94—6.86	3.98	0.11	3.51	-0.22

①表中 r_p 取平台区最高点燃速, r_m 取麦撒区最低点燃速

②表中含CaCO₃推进剂数据由表5中数据计算得到

4 结 论

含EM503的PU复合固体推进剂在4.90~9.66MPa压强范围内产生平台、麦撒燃烧。其中,加EM503-1的推进剂 $r_p=7.22\text{mm/s}$, $n_p=0.15$, $r_m=6.57\text{mm/s}$, $n_m=-0.29$;加EM503-2的推进剂 $r_p=7.90\text{mm/s}$, $n_p=0.05$, $r_m=7.26\text{mm/s}$, $n_m=-0.29$ 。EM503的加入,对推进剂的能量性能和力学性能没有影响。

参 考 文 献

- [1] 李上文. 国外高压平台双基推进剂研制情况. 火炸药, 1981(5)
- [2] 平台推进剂译文集. 国防工业出版社, 1972
- [3] 徐温干等. 含负压强指数的复合固体推进剂的稳态燃烧机理. 宇航学报, 1983(3)
- [4] 殷金其等. 复合固体推进剂燃面上覆盖分数的确定. 固体火箭技术, 1988(4)

(上接第82页)

- [2] Alley C W, Harford A W and Scott H F Jr. PB171301, 1961
- [3] Toth L R, Cannon W A, Coulbert C D, et al. NASA-CR-149149, 1976
- [4] Moran C M and Bjorklund R A. NASA-CR-170346, 1982
- [5] 兰州化学工业公司化工机械研究所编. 腐蚀试验方法. 第5分册. 燃料化学工业出版社, 1974
- [6] King E J. AD-A068488, 1979
- [7] John Salvaggi, Kammerer H G, et al. AD-A008535, 1975
- [8] 蒋金勋, 张佩芬, 高满同. 金属腐蚀学
- [9] Brown C T. AD-A062475, 1978
- [10] Dove Norman Logan, Michael F A. AD-A104772, 1982
- [11] [美]赞德纳 A W 主编. 强俊, 胡兴中译. 表面分析方法. 国防工业出版社, 1984
- [12] 张承忠. 金属的腐蚀与保护. 冶金工业出版社, 1985