

文章编号: 1005-8893 (2002) 03-0040-03

# 特种 V 型蒸发式火焰稳定器的总压损失试验研究<sup>\*</sup>

刘 鸿<sup>1</sup>, 王 方<sup>2</sup>, 王家骅<sup>2</sup>

(1. 江苏石油化工学院 机械工程系, 江苏 常州 213016; 2 南京航空航天大学)

摘要: 研究了特种 V 型蒸发式火焰稳定器的流阻损失, 为了能说明问题选用了其它几种蒸发式稳定器与其作对比试验, 从而揭示了在冷态下该种稳定器总压损失的特点。

关键词: 蒸发; 火焰稳定器; 流阻损失; 冷态

中图分类号: V 233.3 文献标识码: A

由于稳定器的总压损失, 降低了尾喷口前总压, 使发动机推力减小, 油耗增加, 尤其在非加力时, 稳定器流阻损失对加力室而言是无效损失, 降低了发动机性能, 所以流阻损失 (即总压损失系数) 是评估稳定器性能的重要指标之一。

V 型蒸发稳定器流阻损失研究, 国外公开发表文献不多, 而仅发表一些非常规 V 型稳定器的研究资料, 还有文献 [1, 2] 研究了斯贝发动机加力室的 V 型蒸发式稳定器, 连续槽 V 型蒸发式稳定器的总压损失系数, 并和槽宽相同常规 V 型稳定器相比较, 发现连续缝隙 V 型蒸发式稳定器总压损失最小, 斯贝 V 型蒸发式稳定器较大, 常规 V 型稳定器最大。另有文献 [3, 4] 研究了缝隙宽度对总压损失系数和回流区流谱影响, 发现随着缝隙增大, 稳定器总压损失系数减小, 缝隙宽度过大, 总压损失又会增加。

本课题研究是一种先进的 V 型蒸发式稳定器, 已在飞机发动机 AL-31F 中加力室应用, 该 V 型蒸发稳定器和一般 V 型蒸发式稳定器不同, 在安置蒸发管的小 V 型稳定器上, 没有进气槽或孔, 所以对该种 V 型蒸发式稳定器的总压损失试验研究具有较大应用价值。

## 1 试验设备, 测试仪器, 试验件

试验设备如图 1 所示。进口气流由流量  $360 \text{ m}^3/\text{h}$ , 表压为  $7 \text{ kPa}$  的风机供给, 试验段宽 $\times$ 高 $=100 \text{ mm} \times 150 \text{ mm}$ , 它由前测量段、后测量段及稳定器安装段组成, 全长  $1.8 \text{ m}$  左右。测量进、出口总压采用单点皮托管和 U 形水柱压力计。稳定器固定在风道的试验段, 进口总压测量截面离稳定器后缘  $800 \text{ mm}$  左右, 出口总压测量截面离稳定器后缘  $750 \text{ mm}$  左右, 为了消除流量脉动对总压测量的影响, 前、后测量截面对应点同时测量。

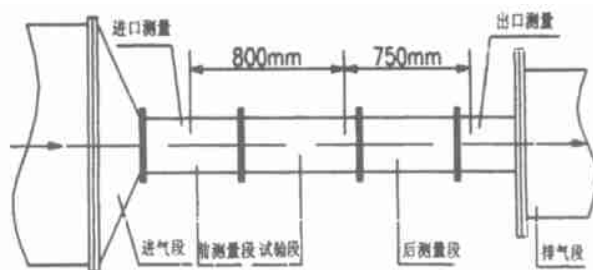


图 1 试验设备图

由于火焰稳定器的流场是三维的, 因此计算进、出口平均时, 必须测得整个截面总压场。考虑到流场对称性, 只测量半个流场。测点布置如图 2 所示。Z 方向壁面附近为  $5 \text{ mm}$ , 其它测点步长为  $10 \text{ mm}$ , Y 方向步长为  $11 \text{ mm}$ 。静压由壁面小孔和 U 型水柱压力计测量。

试验件有 4 个分别标为①②③④ (见图 3、图

<sup>\*</sup> 收稿日期: 2002-08-31

作者简介: 刘鸿 (1974—), 男, 江苏江阴人, 硕士。

4), 具体结构尺寸见表 1。

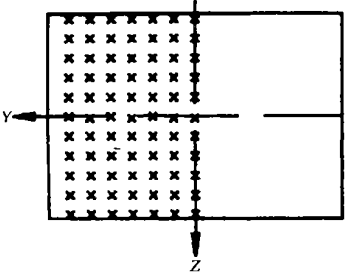


图 2 总压测点布置示意图

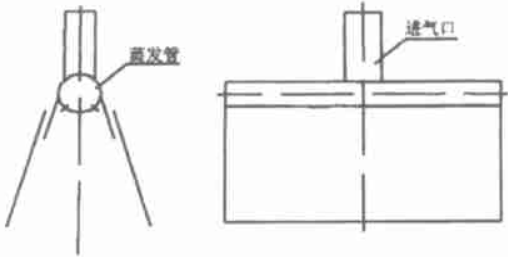


图 3 ①型连续缝隙低阻蒸发式 V 型稳定器示意图

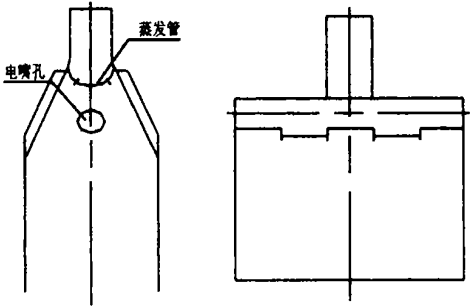


图 4 ②③④型蒸发式 V 型稳定器示意图

表 1 稳定器结构参数

	槽宽/mm	长度/mm	缝隙	蒸发管
①	40	94	连续狭缝, 缝宽 3 mm	上下对称共有 8 孔, 管径 12 mm
②	60	96	间断狭缝, 缝宽 3 mm, 中间波纹厚 1 mm	上下对称共有 16 孔, 管径 12 mm
③	60	96	连续狭缝, 缝宽 3 mm, 中间波纹厚 1 mm	同②
④	50	96	间断狭缝, 缝宽 3 mm, 中间波纹厚 1 mm	同②

说明: ②表示要研究的特种蒸发式稳定器。

2 数据处理

截面平均总压:  $\overline{p^*} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n p_i^*$ , 其中  $p_i^*$  为截面某测点总压,  $n$  为截面测点总数。平均动压:  $\overline{p_{动}} = \overline{p^*} - p_0$ ,  $p_0$  为截面静压。整个试验段总压损失系数:  $\zeta_E = (\overline{p_i^*} - \overline{p_o^*}) / (\overline{p_i^*} - p_0)$ , 式中下标: 表示试验段进口,  $o$  表示试验段出口。稳定

器总压损失系数:  $\zeta_B = \zeta_E - \zeta_w$ 。  $\zeta_w$  为试验设备测量段之间沿程总压损失系数。

3 试验结果及讨论

3.1 特种 V 型稳定器与几种稳定器对比

V 型蒸发式稳定器流阻损失试验结果见表 2。

表 2 V 型蒸发式稳定器流阻损失试验结果

稳定器类别	试验件①	试验件②	试验件③	试验件④	无稳定器
$\zeta_B$	0.332	0.559	0.470	0.381	0.223

从表 2 可知:

(1) 4 个 V 型蒸发式稳定器中, 低阻蒸发式稳定器总压损失最小, 总压损失系数低至 0.332, 这是由于该稳定器槽宽小, 而且为连续缝隙。槽宽小相应其后的回流区也小而连续缝隙的进气量又削弱了稳定器的卷吸能力。

(2) 试验件②和③槽宽相同, 试验件②(间断缝隙)其总压损失系数比试验件③(连续缝隙)大 1.9%, 这主要是由于间断缝隙进入稳定器的空气量小, 它对稳定器卷吸能力影响也小, 此外间断缝隙之间死区产生的横向回流也增加了总压损失, 而试验件③的内部回流区不存在横向回流。②型间断缝隙横向回流区如图 5 所示。

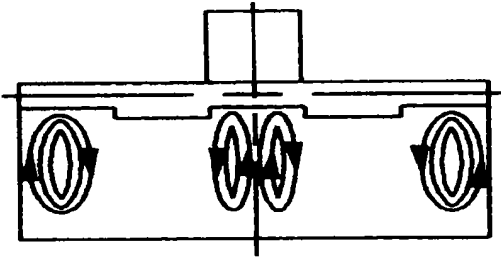


图 5 ②型间断缝隙横向回流区示意图

(3) 验件②和④都是间断缝隙, 试验件④槽宽比试验件②小 10 mm, 试验件④总压损失系数比试验件②小 23.9%。这是由于槽宽大, 稳定器后卷吸能力强, 增大了回流区的宽度和长度, 从而增加流动阻力, 此外缝隙宽度不随槽宽增加, 使稳定器的进气量和卷吸量之比下降, 从而增加损失。

3.2 特种 V 型稳定器的回流区流谱分析

经过以上分析、对比我们可以看到该特种稳定器的总压损失系数较大, 这是与它主稳定器的地位有关系, 在燃烧室中由它传焰给其它稳定器, 所以它的结构参数有特殊性。以下通过它的特殊结构分

析了该稳定器在不同截面（不同轴向位置）的回流区流谱图（见图 6）。

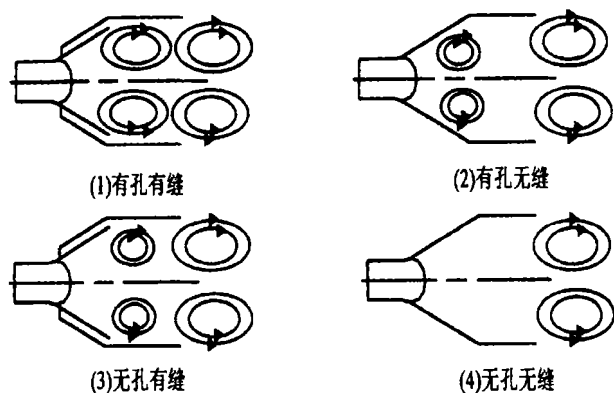


图 6 特种 V 型蒸发式稳定器回流区流谱图

从图 6 可知，该稳定器的回流区是三维的，4 个典型截面回流区流谱如图 6（1）、（2）、（3）、（4）所示。

### 3.2.1 有蒸发管出气孔和狭缝截面

有蒸发管出气孔和狭缝截面回流区流谱如图 6（1）所示。从图 6（1）可知，小 V 型稳定器内存在一个回流区，并延伸至小 V 型稳定器下游，该回流区是由于蒸发管射流卷蒸发管后缘区和狭缝流卷吸小 V 型稳定器后缘死区共同作用而成。在稳定器下游还存在一个回流区，这是由于主流卷吸加长尾死区形成。由于从狭缝进来部分气流，减小主流卷吸能力，因此该回流区比同样槽宽常规 V 型稳定器的小，而且略移向下游。

### 3.2.2 有蒸发管出气孔无狭缝的截面

有蒸发管出气孔无狭缝截面回流区流谱如图 6（2）所示。在小 V 型稳定器内，只有蒸发管出口射流形成小回流区，由于该回流区尺寸小，难于建立稳定点火源。该截面虽无狭缝，由于气流横向流动和较长加长尾从狭缝进来气流在该截面基本上已

均匀，因此该回流区和有狭缝截面基本是一样的。

### 3.2.3 无蒸发管出气孔，但有狭缝截面

无蒸发管出气孔，但有狭缝截面回流区流谱如图 6（3）所示。在小 V 型稳定器下游存在一个回流区，它是由狭缝气流卷吸小 V 型稳定器死区形成，由于受周围蒸发管出气气流影响，减小狭缝气流卷吸能力，因此该回流区比同样槽宽常规 V 型稳定器的小。该回流区具有较大尺寸，可以稳定火焰。在稳定器下游，同样存在一个由于主流卷吸形成回流区。

### 3.2.4 无蒸发管出气孔和狭缝截面回流区流谱

无蒸发管出气孔和狭缝截面回流区流谱如图 6（4）所示，该稳定器只有下游存在回流区，该截面虽无进气，但周围狭缝气流沿加长尾运动过程中展宽，至该截面已拉平，因此四个典型截面的后回流区尺寸，变化不大。

## 4 结 论

①槽宽相同的 V 型蒸发式稳定器，在一定范围内，缝隙进气量大的稳定器总压损失小。②结构相同的稳定器，槽宽大总压损失也大。③（3）特种火焰稳定器特殊的结构参数是和它作为主稳定器的特殊地位相适应的。

### 参考文献:

- [1] 王家骅. 加力室外涵低阻火焰稳定性研究 [M]. 南京: 南京航空航天大学, 1996.
- [2] 王家骅. 预燃式火焰稳定器气流结构研究 (冷态) [M]. 南京: 南京航空学院, 1980.
- [3] 王家骅. 缝隙 V 型稳定器流场和回流区流谱研究 [J]. 燃烧科学与技术, 1981 (1): 234—237.
- [4] 蒋绿林. 壁面纵向沟槽减阻的试验研究 [J]. 江苏石油化工学院学报, 1998, 10 (3): 5—7.

## Experimental Study on Total Pressure Loss of Special Evaporating V—Gutter Flame—holder

LIU Hong<sup>1</sup>, WANG Fang<sup>2</sup>, WANG Jia—hua<sup>2</sup>

(1. Department of Mechanical Engineering, Jiangsu Institute of Petrochemical Technology, Changzhou 213016, China; 2. Nanjing University of Aeronautics and Astronautics, Nanjing, 210016)

**Abstract:** The total pressure loss of special evaporating V—gutter flame—holder was investigated. For clearly showing the difference, several other evaporating V—gutter flame—holders were selected to have a test together, so the performance of the special evaporating V—gutter flame—holder was shown in normal conditions.

**Key words:** special evaporating flame—holder; total pressure loss; normal conditions