

气孔率及渗油量对陶瓷蒸发腔 火焰稳定性的影响*

西北工业大学 孙惠贤** 杜声同 马雪松 刘曙东
陈炳录 唐 明 吴二平

【摘要】 在模型加力燃烧室上, 对不同气孔率及不同渗油量时陶瓷蒸发腔稳定器的火焰稳定性进行了实验研究, 结果表明: 在主供油和主供油+ 渗油的情况下, 有一个比较适宜的气孔率, 此时, 贫油熄火边界最宽。在仅渗油的情况下, 气孔率大的陶瓷稳定器熄火边界宽。渗油量对火焰稳定性的影响与渗油量的大小有关, 在本试验范围内, 渗油量大的, 熄火边界较宽, 反之, 熄火边界较窄。

主题词: 陶瓷复合材料 蒸发器 火焰稳定性
分类号: V231.2

1 实验装置及方法

实验装置如图 1 所示, 其中加热器是一“L”型蒸发管燃烧室。它将来流加热到一定温度, 并点燃实验燃烧室。实验燃烧室是一模型加力燃烧室, 直径为 186 mm。陶瓷蒸发腔稳定器用卡箍和螺钉与实验燃烧室筒壁连接, 其堵塞比为 35%。距稳定器前缘约 350 mm 处由装有 8 个离心式喷嘴的喷油环将煤油顺喷到燃烧室。另外在蒸发腔稳定器进口处有一离心式喷嘴将油直接喷入蒸发腔内。实验分为渗油和不渗油两种。渗油是通过装在陶瓷蒸发腔稳定器进口处的离心式喷嘴将煤油直接喷入蒸发腔内, 燃油通过陶瓷稳定器的孔隙渗透、蒸发、并与空气掺混成油气混合气进入回流区参加燃烧。不渗油时, 将此油路关闭。渗油和不渗油的实验方法类似, 均在较低的气流速度下启动点火, 保持进口气流温度为 200℃, 压力为 0.1 MPa 基本不变, 在一定的气流速度下缓慢减小油门, 使火焰熄灭。记录熄火时的各参数, 即可获得该试件的贫油熄火特性。

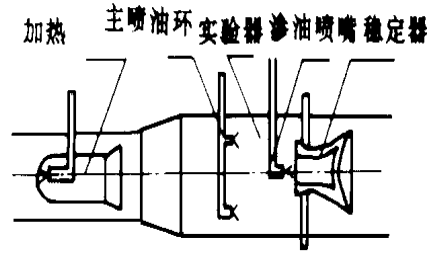


图 1 实验装置简图

2 实验结果及分析

2.1 气孔率对火焰稳定性的影响

气孔率是指显气孔的体积占总体积的百分比。图 2 示出了不同气孔率 ψ 的陶瓷蒸发腔稳

定器在不渗油情况下的贫油熄火特性。从图 2 可看出: 当模型加力燃烧室的气流温度、压力一定时, 不同气孔率的陶瓷蒸发腔稳定器的贫油熄火特性基本类似, 即在低速时, 随着气流速度的增加, 熄火边界逐渐扩大, 到某一速度时熄火边界最宽, α 达到最大值 $\alpha_{\max}$, 速度继续增加, 熄火边界逐渐缩小。开始时比较平缓, 随着速度的增加, 曲线变得越来越陡。气孔率不同, $\alpha_{\max}$ 有不同的值, 而且 $\alpha_{\max}$ 所对应的速度也不同。在所做的 3 个试件中, 气孔率为 22.38% 的试件在 30– 60 m/s 范围内, 均比其它 2 个试件的熄火边界宽。由此可知, 在不渗油情况下, 多孔陶瓷稳定器可以扩大贫油熄火界限。并有一个较适宜的气孔率, 此时贫油熄火界限扩大得最宽。

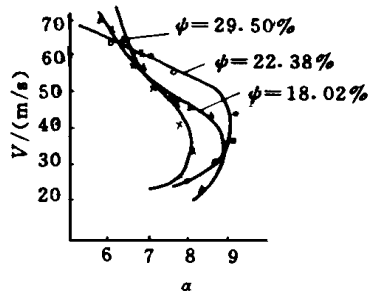


图 2 不渗油贫油熄火特性

图 3 示出了气孔率分别为 22.38% 和 41.13% 在有渗油 (3 种不同的渗油量) 情况下的贫油熄火特性。从图 3 可看出, 在有主供油和不同的渗油量时, 气孔率为 22.38% 的稳定器的 $\alpha_{\text{熄}}$ 要比气孔率为 41.13% 的稳定器的 $\alpha_{\text{熄}}$ 大。亦即, 当余气系数相同时, 前者所对应的熄火速度要

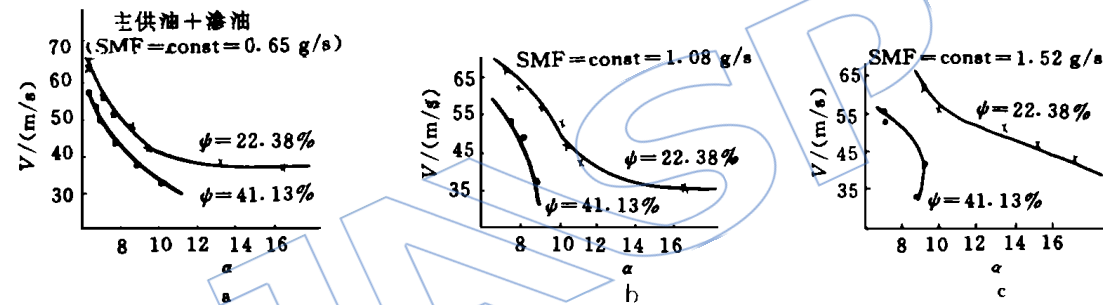


图 3 主供油+ 渗油 (3 种不同的渗油量) 情况下的贫油熄火特性

比后者高。这说明在主供油+ 渗油的情况下, 气孔率为 22.38% 的陶瓷蒸发腔稳定器的熄火边界比气孔率为 41.13% 的稳定器熄火边界宽。但是在仅渗油情况下, 前者却比后者的熄火边界窄。如图 4 所示。

陶瓷蒸发腔稳定器的气孔率对火焰稳定性的影响是较复杂的。在主供油时, 由于主喷油环与稳定器之间的距离较短, 气流温度不高 (200℃ 左右), 有部分燃油会吸附在陶瓷蒸发腔表面, 并在温度作用下蒸发。在蒸发腔表面形成燃油蒸汽膜, 使蒸发腔表面及其附近局部地区的油气比较浓, 有利于混合气的着火与燃烧。但陶瓷多孔体对燃油的吸附和蒸发与多孔体的微观结构有关, 并非气孔率越大, 越有利于稳定性的扩大。当主供油关闭只渗油时, 情况就不同了。燃油蒸汽主要靠渗油来提供, 气孔率愈大, 由内向外的渗油量愈多, 就愈有利于贫油熄火极限的扩大。且因为渗油量只需提供稳定器附近局部地区能形成有利于着火燃烧的混气就可以了。因此数量要求较少。此时计算出之熄火 α 可以变得很大, 如图 4 所示。

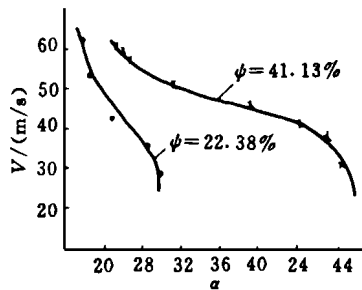


图 4 仅渗油的贫油熄火特性

2.2 渗油量对火焰稳定性的影响

渗油量是指通过陶瓷蒸发腔稳定器孔隙的部分燃油量。为了简便,在此用蒸发腔供油量代替渗油量。图 5 示出了气孔率为 22.38% 的陶瓷蒸发腔稳定器在有主供油和两种不同渗油量时的贫油熄火特性。从图 5 可以看出,两组曲线有基本相同的变化趋势。即在低速时 $\alpha_{\text{熄}}$ 较大,高速时 $\alpha_{\text{熄}}$ 较小。贫油熄火边界随着渗油量的增加而扩大。图 6 是试验稳定器在只有主供油、主供油+ 渗油以及仅渗油情况下的贫油熄火特性。从图 6 可看出,不渗油时贫油熄火边界最窄,仅渗油时熄火边界最宽,主供油+ 渗油时熄火边界介于二者之间。而且熄火边界的宽窄主

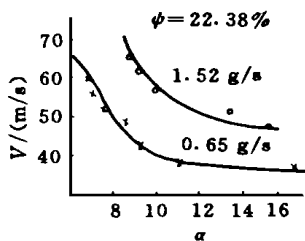


图 5 主供油+ 渗油的贫油熄火特性

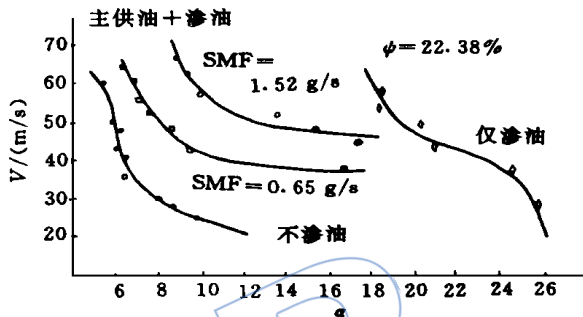


图 6 不同渗油量的贫油熄火特性

要取决于渗油量与总供油量之比^[1]。因此,渗油量对火焰稳定性的影响可以采用参数 A 来衡量: $A = m_{f\text{渗}} / (m_{f\text{主}} + m_{f\text{渗}})$ 。式中: $m_{f\text{渗}}$ 为渗油路供油量, $m_{f\text{主}}$ 为主油路供油量。当 $A = 0$ 时, $m_{f\text{渗}} = 0$ (不渗油), 贫油熄火边界最窄。当 $A = 1$ 时, $m_{f\text{主}} = 0$ (仅渗油), 贫油熄火边界最宽。当 $0 < A < 1$ 时, 贫油熄火边界介于二者之间。且 A 值较大时熄火边界较宽, 反之, 熄火边界较窄。

主供油(不渗油)和仅渗油,两者所产生的燃油浓度场大不相同。在仅渗油时,燃油靠中心喷嘴(渗油喷嘴)供给,所供燃油通过陶瓷蒸发腔稳定器孔隙渗透蒸发后,只与部分空气混合。因而只需少量燃油即可在稳定器后局部区域(燃烧区附近)形成较为恰当的油气混合气,使燃烧得到稳定。而在主供油(不渗油)时,燃油全部靠主喷嘴供给,所供燃油要与几乎全部空气混合。要在燃烧区附近得到恰当的油气混合气,所需燃油量就要远大于仅渗油时的燃油量,才能使燃烧稳定进行。在主供油+ 渗油时,稳定后可燃混气的油蒸气一部分来自主喷嘴,一部分来自渗油喷嘴。因渗油量为一定值,只靠渗油量不足以达到可燃混气比,还需主喷嘴喷油予以补充。随着渗油量的增加,主供油量可大大减少。故贫油熄火极限随着渗油量的增加而扩大。

结束语 气孔率对火焰稳定性的影响较为复杂,对只有主供油或主供油+ 渗油的情况,有一个比较适宜的气孔率,此时,贫油熄火边界最宽。对仅渗油,气孔率大的陶瓷稳定器熄火边界宽。渗油量对火焰稳定性的影响与渗油量的大小有关,在本试验范围内渗油量大的,熄火边界较宽。反之,熄火边界较窄。

参 考 文 献

- 1 杜声同等. 陶瓷多孔毛细渗油火焰稳定性研究. 推进技术, 1991(4)

(责任编辑 杨再荣)

PREDICTION OF AEROENGINE FLIGHT LOAD SPECTRUM

Song Yingdong

(2nd Dept. Nanjing University of Aeronautics and Astronautics, Nanjing 210016)

ABSTRACT

A method of aeroengine flight load spectrum prediction is developed, which uses principles of aircraft flight mechanics to turn aircraft design mission profiles into engine thrust profiles. Flight altitude and flight velocity are acquired by solving the aircraft motion equations with the aircraft motion constraints. In the result of the engine performance calculations, the other engine operating parameters can be obtained. In the flight process from take-off to landing, taking the final value of the previous operation as the initial value of the following one, the engine flight load spectrum can be calculated for a specific flight mission. As an example, the flight load spectrum of an engine used on a trainer has been calculated.

Key Words Aircraft engines Loading Spectrum Prediction technique

EFFECTS OF POROSITY AND OSMOTIC OIL FLOW ON FLAME STABILITY OF CERAMIC EVAPORATION CAVITY

Sun Huixian, Du Shengtong, Ma Xuiesong, et al

(7th Dept. Northwestern Polytechnical University, Xi'an 710072)

ABSTRACT

A series of experiments of flame stability in ceramic evaporation cavity with different porosity at different osmotic oil flow rate have been completed in a model afterburner. Experimental results show that, in the case of the main oil supply only or with osmotic oil supply, there is an optimal porosity respectively, where extinction limit of lean poor mixed gas is the widest, with the osmotic oil supply only, flame extinction limit of ceramic holder becomes wider as the porosity increases. Concerning the effect of the osmotic oil flow rate on the flame stability, the extinction limit becomes extended usually as the osmotic oil flow rate increases.

Key Words Ceramic composites Evaporation Flame stabilization

A FINITE ELEMENT ANALYSIS OF TRANSIENT HEAT CONDUCTION WITH WEIGHTED VARIABLE FACTOR

Yang Huitao and Han Zengxin

(4th Dept. Beijing University of Aeronautics and Astronautics, Beijing 100083)

ABSTRACT

The stability and oscillation of numerical finite element solution of transient conduction temperature field with two-point time difference scheme have been investigated. The weighted factor of the time difference scheme σ and the time step Δt are correlated to the temperature oscillation respectively. Thus the functions of variable σ and Δt are obtained. Its application demonstrates the simplicity in programming, high accuracy and economy of running time.

Key Words Transient behaviour Heat conduction Finite element methods