

最大瞬时畸变预测中的滤波位置问题

南京航空学院 梁德旺 张世英

虽然Motycka估算方法^[1]能较好地估算最大瞬时畸变值,但其估算机时很长。作者曾用40个测点,采样频率 $f_s = 1000$ 赫,在Intel86/330微机上估算30秒的数据,共费机时约27小时。其中约一半机时系用于对每一测点的随机数进行滤波。

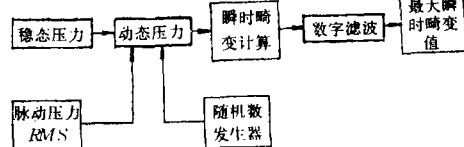


图1 瞬时畸变滤波方法框图

为了减少估算机时,本文将其中对脉动压力滤波改为对瞬时畸变滤波(图1)。由于畸变指数运算的非线性,改变滤波位置所获得的最大瞬时畸变值与未改变者并不一致^[2]。为此本文对上述两种滤波位置获得的瞬时畸变的功谱,幅值概率密度分布,时均值,均方根值等参数进行了比较和分析,建立了两者之间各参数的关系。从而可根据瞬时畸变滤波方法获得的瞬时

畸变的各参数来估算Motycka方法获得的最大瞬时畸变值。从其与直接由Motycka方法获得的最大瞬时畸变值的比较结果可以看出:可以用瞬时畸变滤波方法替代Motycka方法来获得最大瞬时畸变值。

一、两种方法估算结果的比较和分析

1. 瞬时畸变的概率密度与功谱分布比较 图2, 3分别给出了由Motycka方法和瞬时畸变滤波方法获得的瞬时畸变的幅值概率密度分布和功谱分布。由图可见,上述两种方法获得的瞬时畸变的幅值概率密度分布相同,接近Gauss分布。其功谱分布也基本一致。

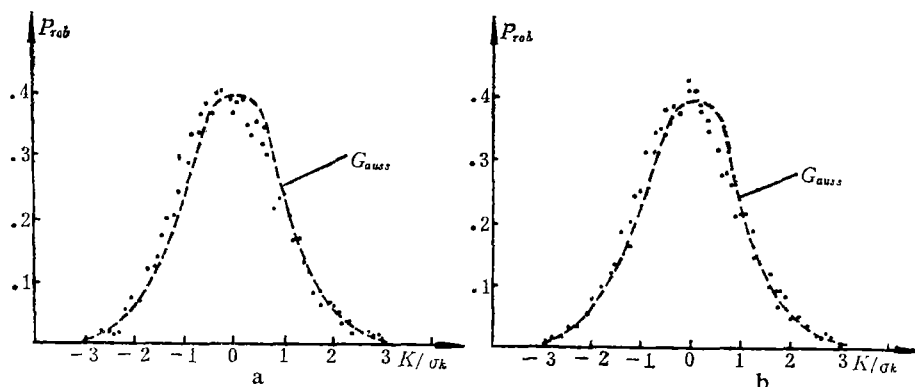


图2 瞬时畸变的幅值概率密度分布比较(a-Motycka法, b-瞬时畸变滤波法)

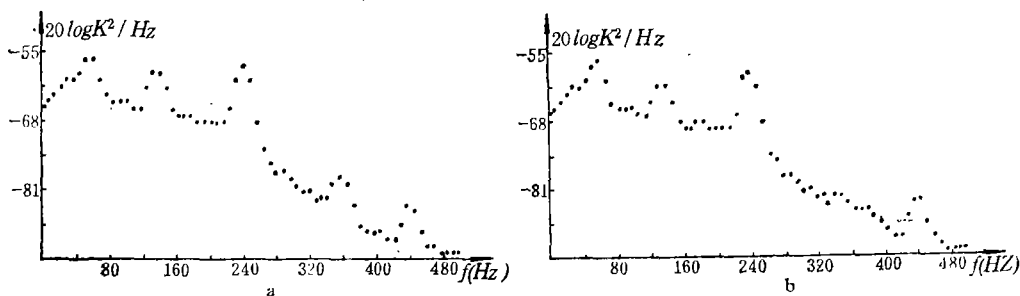


图 3 瞬时畸变的功谱分布比较 (a-Motycka法, b-瞬时畸变滤波法)

2. 瞬时畸变的时均值比较 图 4 为由 Motycka 方法和瞬时畸变滤波方法获得的瞬时畸变的时均值 $\bar{K}$, 稳态畸变值 K_{ss} 之间的关系的比较曲线。其中下标 PF 表示对脉动压力滤波, DF 表示对瞬时畸变滤波。由图可知, 两种方法获得的瞬时畸变的时均值有下面的关系:

$$\bar{K}_{PF} - K_{ss} = C^2 (\bar{K}_{DF} - K_{ss}) \quad (1)$$

经最小二乘法拟合可得 $C = 0.6585$

由图还可知, 瞬时畸变的时均值并不等于稳态畸变值。

3. 瞬时畸变的均方根值比较 图 5 给出了两种方法所得瞬时畸变的均方根值 σ_K 与稳态畸变值 K_{ss} 比值之间的关系比较曲线。由图可得

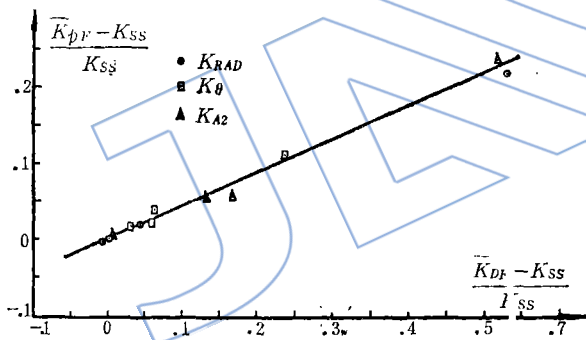


图 4 瞬时畸变的时均值比较

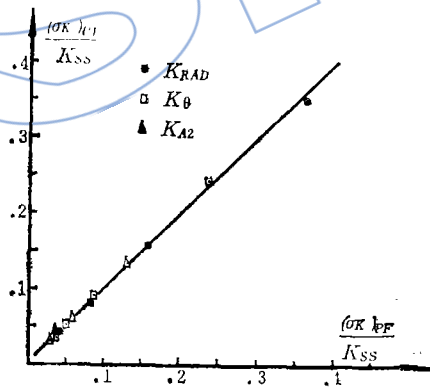


图 5 瞬时畸变的均方根值比较

$$(\sigma_K)_{PF} = (\sigma_K)_{DF} \quad (2)$$

且与畸变指数的定义无关。

4. 最大瞬时畸变值的比较 图 6 为两种方法所得 30 秒内的最大瞬时畸变值的比较曲线。由图可见, 对于任意畸变指数有:

$$(K_{max})_{PF} - \bar{K}_{PF} = (K_{max})_{DF} - \bar{K}_{DF} \quad (3)$$

式中 K_{max} 为最大瞬时畸变值。

5. 分析 从上面的比较可知, 虽然畸变指数运算的非线性使得上述两种方法获得的瞬

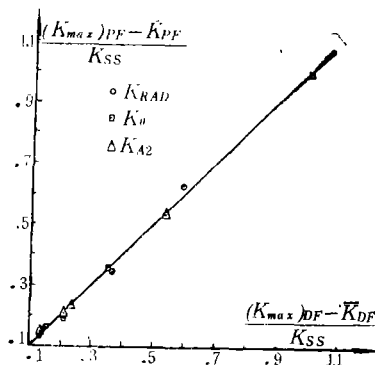


图 6 30 秒内最大瞬时畸变值的比较

时畸变不一致。但两者之间的各统计参数有一定的关联,并可用一定的数学关系式给出。因此可用由瞬时畸变滤波方法获得的各参数来估算出脉动压力滤波方法将获得的各参数。

二、最大瞬时畸变值的估算

已知参数 $(K_{\max})_{DF}$, $\overline{K}_{DF}$ 和 K_{ss} 后,就可由式(1)、(3)推算出脉动压力滤波的最大瞬时畸变值

$$(K'_{\max})_{PF} = (K_{\max})_{DF} - (1 - C^2)(\overline{K}_{PF} - K_{ss}) \quad (4)$$

其中参数 $(K_{\max})_{DF}$, $\overline{K}_{DF}$, K_{ss} 通过瞬时畸变滤波获得。常数 C 与所选畸变指数无关,且适用于各种稳态、紊流度分布下的 $(K'_{\max})_{PF}$ 估算,因为图4中各计算点均很靠近拟合曲线。

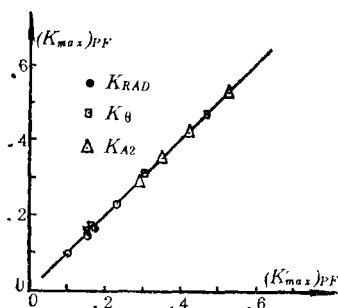


图7 $(K_{\max})_{PF}$ 与 $(K'_{\max})_{PF}$ 的比较曲线

图7比较了由式(5)估算出的 $(K'_{\max})_{PF}$ 与相应状态下直接由Motycka方法获得的最大瞬时畸变值 $(K_{\max})_{PF}$ 。由图可见,估算值 $(K'_{\max})_{PF}$ 非常接近 $(K_{\max})_{PF}$ 值,且有

$$|(K'_{\max})_{PF}/(K_{\max})_{PF} - 1| \leq 2\%$$

因而可以用瞬时畸变滤波方法替代Motycka方法来获得最大瞬时畸变值。

三、结 论

1. 脉动压力滤波方法和瞬时畸变滤波方法获得的瞬时畸变的幅值概率密度分布相同,均接近Gauss分布。其功谱分布也基本一致。
2. 由上述两种方法获得的瞬时畸变的时均值,均方根值,最大瞬时畸变值及稳态畸变值之间有一定的联系,其关系适用于文中各种畸变指数。
3. 可以用瞬时畸变滤波方法去替代脉动压力滤波方法来求得最大瞬时畸变值,从而使估算时间减少了约一半而准确度与后者相当。

参 考 文 献

- [1] Motycka, D.L., "Determination of Maximum Expected Instantaneous Distortion Patterns from Statistical Properties of Intel Pressure Data", AIAA 76-705.
- [2] Koch, K.E. and Rees, R.L., "Analysis of Pressure Distortion Testing", NASA CR-2766.

EXPERIMENTAL INVESTIGATION ON TEMPERATURE FIELDS IN THREE-DIMENSIONAL SWIRLING COMBUSTOR

Zhu Huiling, Tang Ming, Yan Chuanjun
(*Northwestern Polytechnical University*)

Abstract

This paper introduces the experimental results of temperature fields in a model combustor with a swirler and primary holes. Acetylene is used as gaseous fuel. Under several steady conditions the temperature distributions in primary combustion zone are measured by a pyrometer. The experimental results reveal the effects of air-fuel ratio, primary holes and secondary holes on the temperature distributions in the combustor.

PROBLEM OF FILTER POSITION IN THE PREDICTION OF MAXIMUM INSTANTANEOUS DISTORTION

Liang Dewang and Zhang Shiyong
(*Nanjing Aeronautical Institute*)

Abstract

Fluctuating pressure filtering in Motycka method of predicting maximum instantaneous distortion is modified by instantaneous distortion filtering. Comparison and analysis of the statistical properties of the instantaneous distortion and its maximum value with different filtering position are carried out. Relationships between the results obtained by the mentioned methods are established. It is shown that fluctuating pressure filtering in Motycka method can be modified by instantaneous distortion filtering to predict the maximum instantaneous distortion values and computing time can be greatly reduced.

AN IMPROVED METHOD FOR PREDICTION OF MAXIMUM TOTAL PRESSURE DISTORTION

Liu Sheng, Bao Yun, Chen Fuqun
(*Northwestern Polytechnical University*)

Abstract

Jacocks' method has been improved by deriving a difference correction matrix of second derivatives for Gauss-Newton iteration method. The numerical tests justify that the improved method enables the calculation to converge more rapidly and reduces the CPU time. The combination of the distortion prediction described in reference[4] with Jacocks' method avoids the necessity of experimental extreme