

轮胎花纹噪声仿真频谱评判法

杨光大

[上海轮胎橡胶(集团)股份有限公司 200240]

陈理君

(武汉工业大学 430070)

摘要 提出一种轮胎噪声主观评价强弱权重函数 $N = n(f, P_{SPL})$ 与轮胎噪声频谱能量均衡函数相结合的综合评价方法。仿真实验验证,用此方法评价轮胎花纹的噪声,结果与国外先进方法的结论一致。

关键词 轮胎,花纹噪声,仿真,频谱评判

1 理论依据

等刺激烦躁程度实验证明,轮胎发出的高频段噪声对人的神经系统产生的不愉快感觉更强烈。

为了评定轿车轮胎花纹噪声使人烦躁的程度,引入噪声主观评价强弱权重函数:

$$N = n(f, P_{SPL}) \quad (1)$$

式中, f 为噪声频率, P_{SPL} 为等效连续噪声级。为了分析和计算方便,对轮胎噪声频谱从 1 Hz 到 5 kHz 分成低频段(21 ~ 800 Hz)、中频段(800 ~ 2 500 Hz)和高频段(2 500 ~ 5 000 Hz)三段来考虑,并对 N 作线性化近似处理,也变成低、中和高三个函数值 N_L , N_M 和 N_H 。

对于一个轿车轮胎花纹排列的结构图,利用轮胎花纹产生噪声的数学物理模型,算得时域波形,借助于微机快速傅立叶分析(FFT)程序分析,求出频域波形函数 $H(f)$, 同样按上述规则分段,变成 $H_L(n_f)$, $H_M(n_f)$ 和 $H_H(n_f)$, 则第 1 个强度评价指数

为

$$= \sqrt{N_L / H_L(n_f)} / \sqrt{N_M / H_M(n_f)} / \sqrt{N_H / H_H(n_f)}$$

式中, $H_L(n_f)$, $H_M(n_f)$ 和 $H_H(n_f)$ 为复数, $\sqrt{\quad}$ 为取大符号。

另外,即使上述 值较小,轿车轮胎在高速行驶时,产生的噪声仍可能使人难以忍受,这很可能是噪声频谱中声能集中在某些频段范围内,令人听着不舒服。故要引入第 2 个评价指数,其物理含义是“噪声声强峰值大小及其离散程度”,定义该指数为噪声频谱能量均衡度, 值为

$$= \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m (h_{fi \max} - h_j)^i}{nm} \quad (2)$$

式中, $h_{fi \max}$ 为某频段内离开其平均频谱线的最大正峰值量, h_j 为次峰值, i 为权系数, n 为频段数, m 为各频段的峰值数。则总的评判指数值为

$$C = \left(\sqrt{N_L / H_L(n_f)} / \sqrt{N_M / H_M(n_f)} / \sqrt{N_H / H_H(n_f)} \right) + \left(1 - \left(\sqrt{N_L / H_L(n_f)} / \sqrt{N_M / H_M(n_f)} / \sqrt{N_H / H_H(n_f)} \right) \right)^n \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m (h_{fi \max} - h_j)^i}{nm} \quad (3)$$

式中, 为权系数, $\quad = (P, f)$, P 为平均声压。

作者简介 杨光大,男。高级工程师。1963 年大学毕业。上海轮胎橡胶(集团)股份有限公司供销公司副经理。长期从事轮胎设计和生产管理工,曾担任上海市重点建设工程——140 万套轿车子午线轮胎项目建设总工程师和副总指挥。先后获得国家、化工部和上海市科学技术进步奖。发表论文多篇。

C是反映轮胎噪声主观评价的一个数量值,此值越小越好。这里要说明,这个数值仅仅是一种相对量的评判数据,非绝对量。因 f 取值可变动,权系数根据不同噪声滤波曲线,如 A, B, C 档网络,可以有所变动,但在相互比较、择优的几种轮胎花纹设计方案分析时,上述各系数选定后不可更改,否则相对比较会失去意义。

2 具体方法

目前我们的轮胎噪声仿真频谱图是从 0 到 5 kHz, 500 Hz 为一档,即 $f = 500 \text{ Hz}$, i 从 1 到 9, j 从 1 到频段峰值数 m 。

根据等烦噪声曲线,线性化近似后, N_L 可取 0.8, N_M 取 1, N_H 取 1.2。

照上述原理、算法和综合评判法,按 C 值从大到小排队,用 C 语言编成程序成为一个模块,通过软接口,跟“轮胎花纹噪声微机仿真系统”连接好,就能自动进行轮胎花纹噪声强弱优劣排队了。

3 实例

以某型花纹构成不同节距的 5 种设计方案为例,进行仿真后所得的噪声频谱图及评判值见图 1~5。

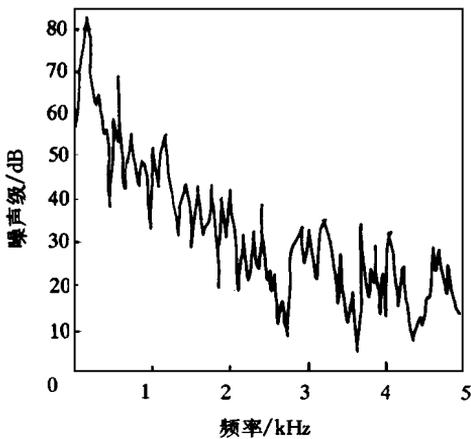


图1 方案1噪声频谱图
 $C_1 = 73.1$

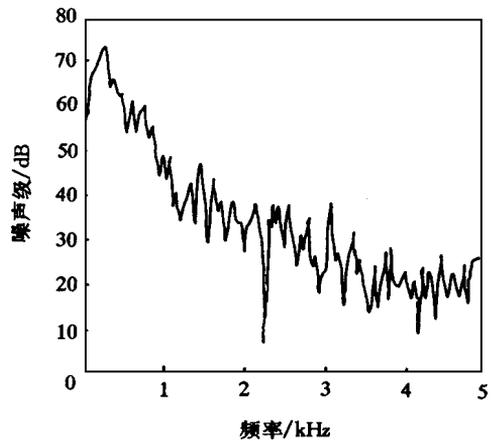


图2 方案2噪声频谱图
 $C_2 = 62.0$

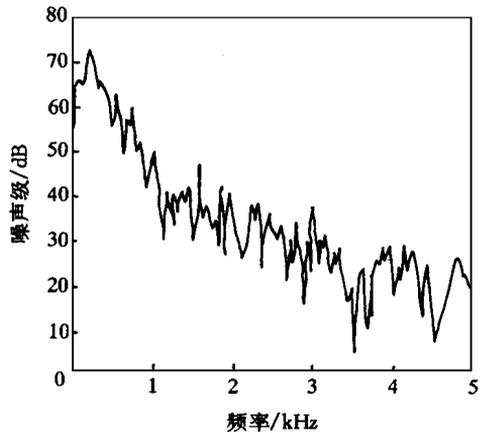


图3 方案3噪声频谱图
 $C_3 = 69.0$

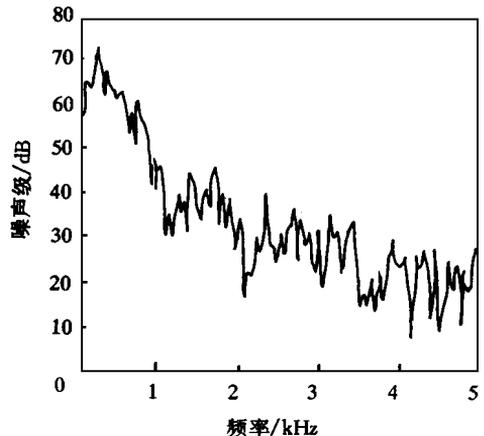


图4 方案4噪声频谱图
 $C_4 = 75.4$

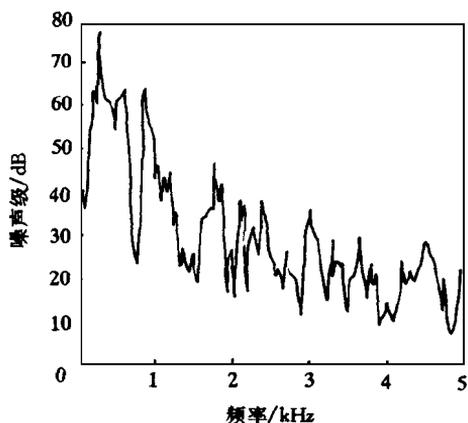


图5 方案5 噪声频谱图

$C_5 = 84.2$

显然, $C_2 < C_3 < C_1 < C_4 < C_5$ 。

此结果与国外某权威轮胎测试中心返回的仿真报告排序完全一致。

4 结语

国内对轿车轮胎花纹噪声频谱分析尚无统一而规范的评判准则,我们进行了多年探索和研究,开发出“轮胎花纹噪声仿真与评判系统”和“噪声谱 Fuzzy 综合评判法”综合评价方法,但仍有许多内容有待日后修正完善。

收稿日期 1997-09-21

Estimation of Tread Pattern Noise by Simulation Spectrometry

Yang Guangda

[Shanghai Tire and Rubber(Group) Corp., Ltd. 200240]

Chen Lijun

(Wuhan University of Technology 430070)

Abstract A comprehensive estimating method of tread pattern noise, in which the subjective estimated result, the weighted function N was combined with the spectrometric energy, equalized function, was proposed. It was shown by the simulation test that the results from the said estimating method of tread pattern noise were in accordance with those from the sophisticated methods in advanced countries.

Keywords tire, tread pattern noise, simulation, spectrometric estimation

横滨在越南建合资企业

美国《橡胶和塑料新闻》1997年12月8日5页报道:

横滨、三菱和越南南方橡胶公司在越南胡志明市成立了三方合资的轮胎公司。横滨占有56%的股份,越南南方橡胶公司占有30%的股份,其余14%股份为三菱拥有。

合资一期工程将投资210万美元,在胡志明市附近建的新厂生产摩托车内胎和轮胎。该厂将在1998年6月开工,满负荷年生

产能力为120万套,一期工程完成时雇员人数将为400人。以后将再投资1900万美元,建设东奈省的一家工厂,该厂将年产载重车、公共汽车和轻型载重车轮胎50万条。未来计划还包括生产轿车轮胎。

合资公司在一期工程完成后的年销售额可望达到900万美元,而二期工程完成后将达到5000万美元。

(涂学忠摘译)