

PPA噪声分析软件在轮胎花纹优化设计中的应用

张晓鹏,田 健,陈 虎,刘剑美,李红卫

[特拓(青岛)轮胎技术有限公司,山东 青岛 266061]

摘要:研究PPA噪声分析软件在轮胎花纹优化设计中的应用。进行初始轮胎花纹方案设计后,首先进行噪声频谱分析,然后借助PPA软件进行错位值优化和花纹角度调整,再生成花纹噪声频谱曲线,分析噪声能量分布。轮胎噪声测试结果表明,优化后轮胎噪声明显下降。

关键词:轮胎;噪声分析;花纹设计;错位值;花纹角度

中图分类号:TQ336.1;TB533⁺.2 **文献标志码:**A **文章编号:**1006-8171(2016)05-0273-04

随着人们环保意识的不断增强,车辆噪声问题越来越受到重视。欧盟已经将轮胎噪声作为强制性检验项目,从2012年11月开始实施。2016年之后,轮胎噪声方面的检测进入第2阶段,检测标准更为严格,没有达到法规噪声要求的轮胎将不能在成员国内进行销售。日趋严格的轮胎测试法规,给轮胎设计开发带来更高挑战。

近年来,高性能、低噪声轮胎在轮胎行业中占有明显优势,许多整车厂选用配套轮胎时都将轮胎噪声作为主要考核的技术指标之一。借助PPA(Pattern Performance Analysis)花纹仿真分析软件,能够有效地提高轮胎噪声一次通过率,缩短轮胎开发周期及降低开发成本,仿真工具的使用将成为轮胎花纹开发的主流趋势。

1 PPA软件计算原理

PPA软件可以将接地印痕内的花纹进行分割,对分割后的分析轨道分别进行计算,再将各轨道的噪声能量进行叠加,计算出轮胎整体噪声。

2 花纹噪声优化

汽车在高速行驶时,轮胎胎面与路面相互作用会产生噪声,这种噪声基本上由两部分组成,一部分是轮胎辐射出来的直接噪声,另一部分是轮胎激振车体产生的间接噪声,当车速大于 $60 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ 时,轮胎的花纹噪声成为车辆的主要噪声源^[1]。

轮胎的花纹形式对噪声水平有直接影响,花纹形式包括花纹沟角度、花纹沟深度、上模与下模错位值和节距排列。本工作以175/65R14 HP轮胎新花纹(如图1所示)开发为例,介绍PPA噪声分析软件对轮胎花纹的噪声分析与优化。

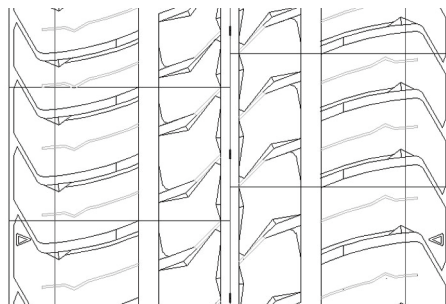


图1 175/65R14 HP轮胎花纹

初始方案设计完成后,对原始方案进行噪声分析,分析结果与已有测试数据的同规格花纹进行对比,结果见表1。

表1 初始方案噪声

方案	分析值	荷兰车辆认证中心(RDW)测试值
初始方案	69.3	
对比方案一	65.9	71
对比方案二	64.9	71

轮胎噪声分析频谱对比如图2所示。从图2可以看出,初始方案的频谱幅值比已有测试结果的设计方案高。根据设计经验,此设计方案的噪声存在无法通过测试的风险。为了避免在后期开发中造成模具成本以及设计周期的浪费,在软件分析结果的指导下,对设计方案进行噪声优化。

作者简介:张晓鹏(1988—),男,山东威海人,特拓(青岛)轮胎技术有限公司工程师,学士,从事轮胎仿真分析研究工作。

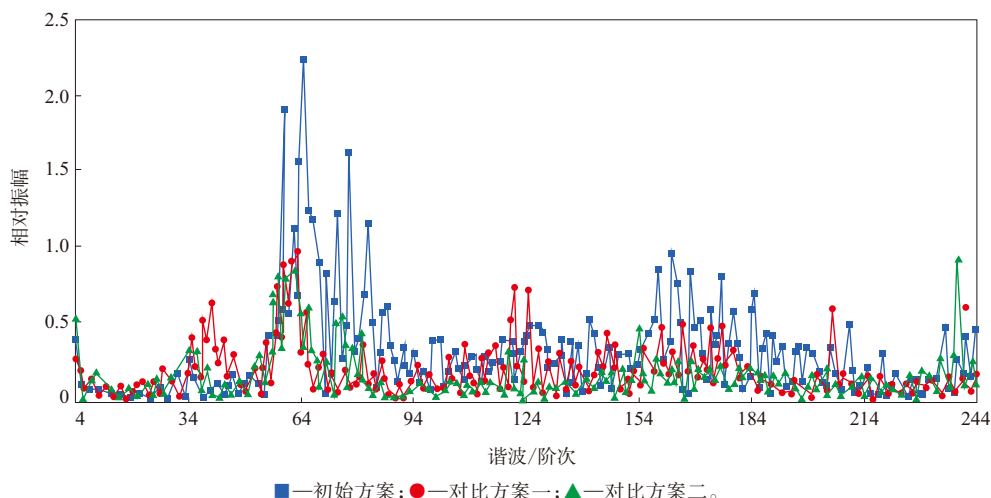


图2 175/65R14 HP轮胎噪声分析频谱对比

常规噪声测试工况, 汽车的行驶速度为 $80 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$, 通过下式计算:

$$f = Nv/U \quad (1)$$

式中, f 为频率, N 为节距数, v 为车辆行驶速度, U 为轮胎周长。

得出此方案花纹的轮胎在 $80 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ 工况下滚动频率为 578 Hz , 对应谐波阶次为 58。因此, 需要对 (58 ± 10) 阶次范围内的幅值进行优化。

2.1 错位值优化

轮胎花纹噪声 (P) 的合成可以用下式表示:

$$P(t) = \sum_{k=0}^{s-1} [\alpha \sum_{i=0}^{a-1} P_{b_i}(t) + \beta \sum_{j=0}^{n-1} P_{s_j}(t)] \quad (2)$$

式中, a , n 和 s 分别表示每条花纹的块数、槽数和胎面花纹的条数, α 和 β 分别表示块和槽的合成因子。轮胎花纹的错位可以使左右花纹产生的 N 形

波部分抵消, 避免相互叠加, 从而达到降噪的目的。错位对几条花纹中对应花纹槽的合成以及花纹槽与花纹块合成的影响与之类似^[2]。

错位值分析将花纹的上模与下模错位值在轮胎周向方向上进行重置, 每次重置都会对频谱曲线幅值进行计算并记录。不同的错位值对应不同的幅值, 结果表明最优错位值为 40.1 mm 。

优化前后的频谱对比如图 3 所示。由图 3 可以看出, 错位值优化后的频谱相对振幅峰值由 2.24 降为 1.15。

2.2 花纹方案优化

调整初始方案花纹的横沟角度, 使中心横沟角度减小 (如图 4 所示), 增大主横沟与接地印痕的相交角度 (如图 5 所示), 进一步降低噪声。

花纹最终优化频谱如图 6 所示。由图 6 可以看

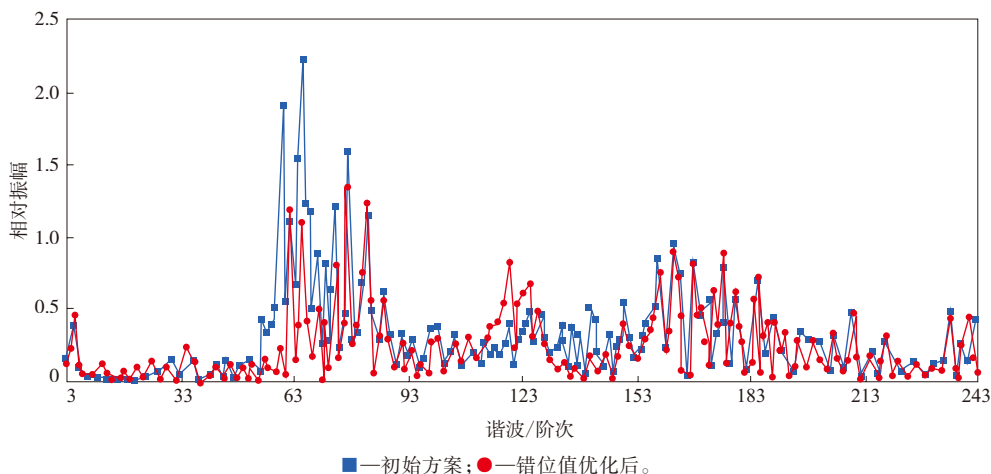


图3 轮胎花纹错位值优化前后频谱对比

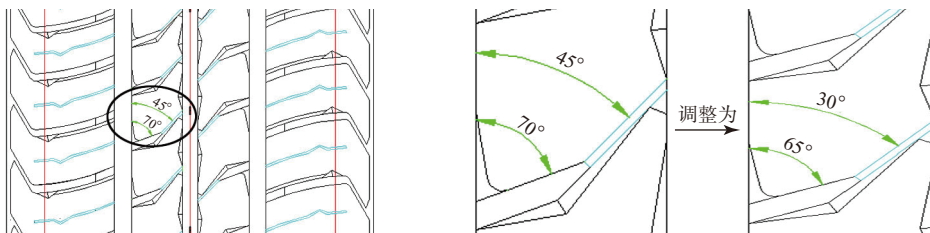


图4 轮胎花纹横沟角度调整示意

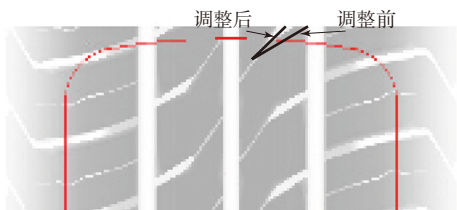


图5 轮胎花纹与印痕交界示意

出,经过花纹优化后,噪声相对幅值明显降低,由最初的2.24下降为0.87。对优化轮胎花纹的整体噪声进行分析,结果如图7所示,噪声整体水平为59.7 dB。对比已有分析结果的数据,预测此方案最终噪声测试结果优于已有测试数据的对比方案。

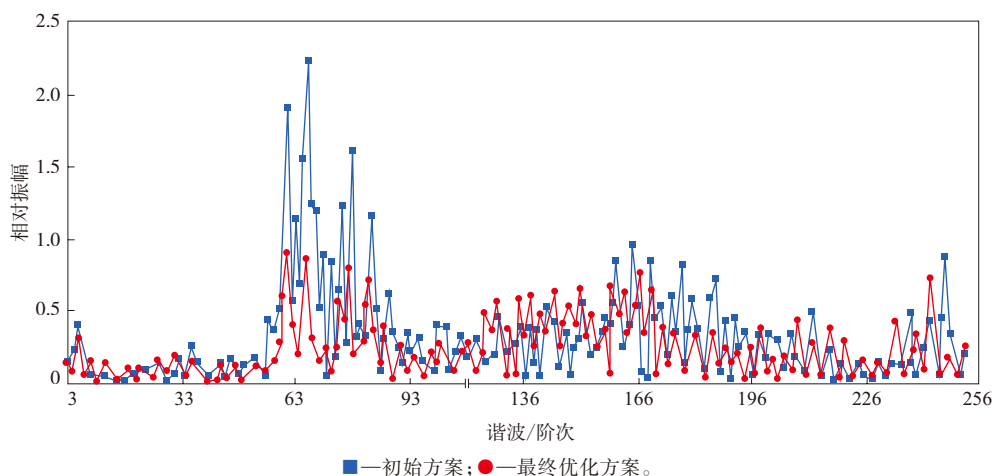


图6 轮胎花纹最终优化方案频谱

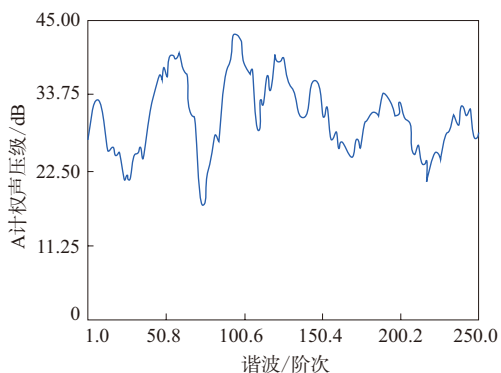


图7 轮胎花纹整体噪声分析

3 轮胎噪声测试

对最终优化花纹轮胎进行RDW测试,在 $80 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ 工况下,其噪声测试结果为70 dB,通过欧盟第2阶段噪声要求。

4 结论

在新花纹开发初期,借助PPA软件量化的分析数据,从错位值、花纹横沟角度着手,对轮胎花纹进行定向优化调整,实现轮胎花纹降噪。

产品性能的提升不仅需要创新,更需要数据的支撑,PPA软件输出的分析图表及数据可以通过整合与积累,形成产品数据库,为下一代产品性能的提升提供数据支持。

参考文献:

- [1] 于森邈,周洁. 花纹沟设计对轮胎花纹噪声的影响[J]. 轮胎工业, 2012, 32(4): 206-210.
- [2] 陈理君,董得义,李福军,等. 轮胎花纹噪声动力学分析[J]. 轮胎工业, 2004, 24(3): 131-134.

收稿日期: 2015-11-10

Application of PPA Noise Analysis Software on Tread Pattern Optimization

ZHANG Xiaopeng, TIAN Jian, CHEN Hu, LIU Jianmei, LI Hongwei

(Tire Technology Alliance, Qingdao 266061, China)

Abstract: The tire pattern design optimized by PPA noise analysis software was investigated. After initial tread pattern design, the noise spectrum was analyzed at first, and then the pattern was optimized through dislocation value and pattern angle adjustment by PPA software. The new pattern noise spectrum curve was generated and the noise energy distribution was analyzed. The test results of tire noise showed that the tire noise decreased significantly after optimization.

Key words: tire; noise analysis; pattern design; dislocation value; pattern angle

Hercules推出36种规格Roadtour 855

SPE轮胎

中图分类号:TQ336.1 文献标志码:D

美国《现代轮胎经销商》(www.moderntiredealer.com)2016年3月1日报道:

Hercules轮胎与橡胶公司的具有135 000 km (85 000英里)胎面磨损担保的36种规格新型Roadtour 855 SPE全天候大型旅行轮胎(如图1所示)在全美销售。



图1 新型Roadtour 855 SPE全天候大型旅行轮胎

公司称,Roadtour 855 SPE是具有创新功能和高品质材料的超值旅行轮胎,可提供安全性、可靠性和舒适性。新轮胎的非对称胎面外侧较大的花纹块可提供更高的稳定性和干路面牵引性,内侧较小的密集花纹可在不利条件下增大抓着力。新轮胎还具有如下特点。

*具有偏置花纹的坚实胎肩提供更高的稳定性,降低路面噪声,营造安静、舒适的乘坐环境。

*三维刀槽花纹设计有利于增大轮胎与路面

之间的接触面积,并增大锐角数量,从而提高湿路面抓着力。

*超深度刀槽花纹确保轮胎使用过程中的持久牵引力和性能。

*先进的白炭黑胎面胶可提供均匀磨损、低滚动阻力和出色的湿地牵引性。

Hercules Roadtour 855 SPE系列轮胎有36个规格,涵盖381~457 mm(15~18英寸)的轮辋直径,速度级别为V,H,T,适用于各品牌车辆,如福特Fusion,道奇Caravan,本田雅阁、CR-V和奥德赛,丰田凯美瑞和RAV4,雪佛兰黑斑羚,现代途胜和索纳塔以及沃尔沃S60。

T级别和V/H级别Roadtour 855 SPE轮胎分别提供135 000 km(85 000英里)和112 000 km(70 000英里)里程担保。

所有规格提供道路危险保护和Hercules独家30天的信任试驾。

Roadtour 855 SPE的加入完成了该公司的Hercules品牌优质组合,包括Terra Trac Cross-V™ SUV-LT/CUV, Terra Trac AT II全地形和Raptis R-T5全天候UHP轮胎。

“在过去的60年中,Hercules提供了高品质的轮胎,由于产品只通过独立轮胎经销商销售,从而为消费者带来了巨大价值。这一直是我们对客户的承诺。”公司营销副总裁Jedd Emans说,“我们相信Roadtour 855 SPE大型旅行轮胎会成为其中的杰出产品。”

(吴淑华摘译 李静萍校)