

轮胎噪声研究的现状与发展

范俊岩

[上海轮胎橡胶(集团)股份有限公司 轮胎研究所,上海 200245]

摘要:综述国内外轮胎噪声理论研究的进展、噪声测试方法及相关标准制定情况。目前轮胎噪声研究从最初的单纯测试发展到建立了泵浦噪声、气柱共鸣、共振、模态分析等噪声研究理论;轮胎噪声测试方法有通过噪声法、拖车法和实验室转鼓法,通过轮胎声学模型和软件系统可对不同花纹轮胎噪声进行模拟和预测;随着社会对环境噪声的重视,汽车噪声的控制标准越来越严格。

关键词:轮胎;噪声测试;花纹

中图分类号:TQ336.1;U491.9⁺1

文献标识码:B

文章编号:1006-8171(2006)04-0195-03

汽车行驶噪声是交通噪声的主要来源之一,随着我国汽车工业的迅猛发展和城市道路的不断扩张,城市车流量持续增加,噪声污染日益严重。交通噪声不仅影响人们的正常生活和工作,甚至会危害人们的身心健康。随着生活质量的不断提高,人们对降低交通噪声提出了越来越高的要求。

试验表明,轮胎噪声是构成汽车行驶噪声的主要因素之一,当汽车行驶速度大于 $50 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ 时,轮胎噪声逐渐显现;当车速超过 $80 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ 时,轮胎噪声则成为汽车行驶噪声的主要成分。车速越快、负荷越大,轮胎噪声的能量级就越高,在汽车行驶噪声中所占比例也就越大。

轮胎作为车辆与地面接触的唯一部件,其噪声辐射及振动特性直接影响汽车的乘坐舒适性和平稳性。因此国内外各大汽车公司纷纷开展轮胎噪声方面的研究,对配套轮胎的噪声提出了更苛刻的要求。因此,开展轮胎噪声研究、了解轮胎噪声的产生机理、开发低噪声轮胎已是当务之急。

1 国外轮胎噪声研究进展

20 世纪初期,轮胎噪声的研究只停留在单纯测试阶段,缺乏对噪声机理的理论分析。20 世纪 70 年代后,人们才开始从理论上对轮胎噪声进行研究,并提出模拟计算的理念。

作者简介:范俊岩(1977-),男,河北保定人,上海轮胎橡胶(集团)股份有限公司轮胎研究所工程师,学士,从事轮胎花纹设计和噪声研究工作。

1971 年,Hayden J R E 首先提出空气泵浦原理是轮胎主要噪声机理。他将简单轮胎花纹沟槽视作一个单极子源,并得出花纹沟声压级的半经验公式。但是用该公式进行轮胎花纹噪声预测仍然存在诸多困难^[1]。

1985 年,通用汽车研究实验室的 Lawrence J 等在横向花纹沟槽研究的基础上得出气柱共鸣与泵浦作用是横向花纹沟槽噪声的两大机理。当气柱的固有频率与花纹间距频率一致时,就会发生气柱共鸣现象,使轮胎噪声加剧^[2]。

20 世纪 80 年代后,随着物理学和振动理论的发展,人们对轮胎噪声的研究进入试验测试与模拟研究相结合的阶段。根据流体-结构相互作用原理可以得出以下结论:若已知轮胎的振动方式,结合辐射边界条件,可以用克希霍夫-亥姆霍兹积分公式计算出轮胎振动噪声。因此,80 年代末,许多学者相继建立起轮胎动态特性模型,开始了轮胎动态特性的理论研究^[3]。

1992 年,Nakajima Y 等^[4]用有限元、边界元和模态分析相结合的方法对轮胎的振动和噪声进行了预测。有限元和边界元法在中低频段可以较准确地预测轮胎噪声;但在高频段,由于计算量大大增加,使结果误差增大,于是人们开始用统计能量法对高频段的轮胎噪声进行分析计算。

Hiroshi Y 等^[5]研究了轮胎内部空腔的共鸣声,认为汽车内部噪声在 250 Hz 左右的峰值主要是轮胎内部空腔的共振噪声引起的,并提出通过

改变轮胎结构而改变轮胎固有频率的方法控制轮胎内部空腔共振噪声。

20 世纪末,人们开始把轮胎和路面看成一个系统加以研究。日本学者研究了路面不平度导致的轮胎振动对轮胎噪声的影响,认为路面不平导致的胎面振动是轮胎噪声产生的主要原因之一,并提出轮胎-路面接触模型,计算路面不平度对轮胎振动的影响。

2 轮胎噪声测试方法

由于轮胎噪声的产生机理较为复杂,且外界的各种不确定因素对其都有一定程度的影响,因此到目前为止,轮胎噪声的研究还是以定性研究居多。目前,国内外轮胎噪声测试方法主要有通过噪声法、拖车法和实验室转鼓法。

人们比较了 3 种测试方法得到的轮胎噪声测试结果,发现三者之间有着较好的一致性。之后,人们分别对 3 种测试方法进行了扩展,使其更加简单易用、更易理解,并降低对测试设备的要求,同时对测试用路面、测试拖车和转鼓表面材质的选择进行了特别说明,即为了提高 3 种方法测试结果的一致性和可比性,在实验室转鼓上进行测试时,最好在转鼓表面贴上一层仿真路面。

通过噪声法可以测试轮胎在实际使用中的噪声,该方法对于不同种类的轮胎测试结果可比性较强,但对于不同车型测试结果有一定的差异;拖车法可以对轮胎与路面之间产生的噪声进行近场测试,能够较好地屏蔽外界噪声的干扰,有利于分析轮胎在路面上产生噪声的机理;实验室转鼓法最适用于对比同种轮胎、不同花纹的噪声^[6],但不同种类轮胎的测试结果之间可比性不强。

研究表明,轮胎花纹噪声是构成轮胎噪声的主要成分^[7]。降低花纹噪声首先必须了解轮胎花纹噪声的产生机理,建立花纹结构参数与花纹噪声之间的联系,进而构建轮胎噪声的数学模型。轮胎声学模型建立后,即可用专用声学软件对轮胎噪声进行预测^[8]。目前使用较多的软件系统包括 Sysnoise 和 Autosea 2 等。此外,还可以根据轮胎模型自主编制仿真程序,通过仿真运算对所设计的轮胎花纹方案进行计算机模拟分析及优化,从而减少甚至省去噪声测试试验,以降低成

本,提高设计效率,缩短新产品开发周期。

3 国内轮胎噪声的研究情况

同国外大轮胎公司相比,国内的轮胎企业生产技术仍然比较落后,轮胎噪声的测试及研究技术力量和经费投入少,自主研发能力亟待加强。目前国内涉足轮胎噪声研究的大专院校和科研院所不少,但基本上都属于纯理论性的分析与应用研究,缺少试验验证和有效的数据支持。

上海轮胎橡胶(集团)股份有限公司(以下简称上轮集团)对轮胎噪声的研究始于 20 世纪 90 年代中后期,建立了国内最早的轮胎噪声实验室。2003 年,上轮集团与同济大学声学研究所共同组建了“上轮-同济轮胎噪声与振动技术中心”。该技术中心建立了一个专门用于轮胎噪声测试的半消声室,配备了轮胎噪声试验机床(见图 1 和 2)。半消声室容积约 120 m³,为横向卧式结构,内部配有轮胎噪声测试专用转鼓试验机,可测轮胎最大直径为 1.3 m。

上轮集团正在研制的轮胎噪声特性测试拖车



图 1 轮胎噪声试验机

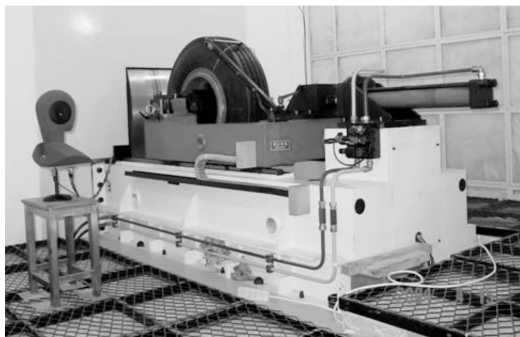


图 2 轮胎噪声半消声室

(见图3)可对轮胎在实际路面上的噪声及其它一系列特性进行测试。

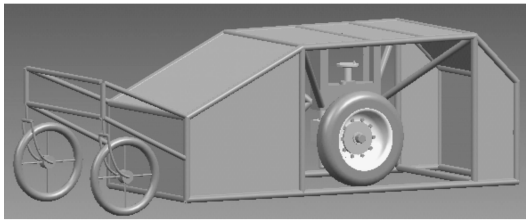


图3 轮胎噪声特性测试拖车设计草图

4 轮胎噪声标准的制定

国外发达国家自20世纪60年代起就针对车辆噪声制定出相应的法规和标准,并每隔3~5年修订一次,各种车辆噪声的限值不断降低^[9]。有报道称,欧盟委员会投资21.9万美元启动有关路面和轮胎相互作用的研究项目,目的是在不妨碍安全性的前提下将噪声最小化。基于此研究成果,欧盟委员会将制定新的噪声标准。

居住区密度大、道路拥挤和城市噪声三大问题近年来在欧洲显得日益突出。自1980年以来,欧洲几次降低新车的允许噪声。此项研究的数据来自于汽车制造商、轮胎供应商、分销商以及实际测试数据,其中包括摩擦、湿吸附、牵引和颠簸阻力等。在采纳新的噪声标准及相关改革前,欧盟还将进行成本和利益方面的分析^[10]。这充分说明欧洲对降低轮胎噪声的重视。

国外科研机构和知名学府也相继投入大量精力进行轮胎及路面噪声的研究。目前正倾向于对车速较高的汽车按照高速公路限定的最高车速进行以评价轮胎噪声为目的的高速行驶噪声试验,国际标准化组织也正在开展此项研究工作,新的国际轮胎噪声标准将在不久后产生。

我国加入WTO以后,工业生产和产品设计更加趋于国际化。国内相关机构和企业对轮胎噪声的研究正在逐步深入,国家标准《汽车轮胎噪声测试方法》的起草工作已经展开。

5 结语

随着我国汽车轮胎噪声研究的深入开展,轮胎企业在研发低噪声轮胎方面也将有更大的投入,技术水平将不断提高,为降低环境噪声做出应有的贡献。

参考文献:

- [1] 朱兴元. 轮胎的气泵噪声研究[J]. 噪声与振动控制, 2002, 22(5): 26-27.
- [2] 于增信, 谭惠丰, 杜星文. 轮胎花纹沟噪声研究进展[J]. 哈尔滨工业大学学报, 2002, 34(1): 105-109.
- [3] Vinesse E, Nicolle H. Surface waves on the rotating tyre: an application of functional analysis[J]. Journal of Sound and Vibration, 1988, 126(1): 175-188.
- [4] Nakajima Y, Inoue Y, Ogawa H. Application of the boundary element method and modal analysis to tire acoustics problems[J]. Tire Science and Technology, 1993, 21(2): 175-188.
- [5] Hiroshi Y, Yasuji A. Theoretical analysis of tire acoustic cavity noise and proposal of improvement technique[J]. JSAE Review, 2002, 23(1): 89-94.
- [6] 王卫防, 葛剑敏, 常传贤. 轮胎噪声评价指标研究[J]. 轮胎工业, 2000, 20(6): 323-326.
- [7] 关元洪, 董 芹. 轮胎恒速行驶噪声机理[J]. 轮胎工业, 1999, 19(3): 146-150.
- [8] 李先立, 陈韶频. 低噪声轮胎花纹的计算机辅助设计[J]. 橡胶工业, 1994, 41(2): 92-96.
- [9] 孙 林. 国内外汽车噪声法规和标准的发展[J]. 汽车工程, 2000, 22(3): 154-158.
- [10] 佚 名. 欧盟研究降低轮胎噪声[N]. 赵 立译. 中国汽车报, 2004-08-03(11).

收稿日期: 2005-10-19

“十一五”期间农村公路逐步实现村村通

中图分类号: U412.36⁺4/⁺6 文献标识码: D

“十一五”期间,交通部将组织实施农村公路“五年千亿元建设工程”,国家预计投入1 000亿元修建农村公路,至2010年,基本实现所有乡镇和具备条件的建制村通沥青路。

“十五”期间我国启动了建国以来规模最大的农村公路建设,农村沥青路总里程发展到63万

km。5年完成农村公路建设投资4 178亿元,是“九五”的3倍。

2006年,中央规划投资新改建农村公路约18万km,其中沥青、水泥路13万km,重点加快革命老区、民族地区、边疆地区、贫困地区以及粮食主产区农村公路建设。同时,积极发展农村客运,大力推广适合农村特点的客车车型。

(摘自《中国汽车报》,2006-01-23)