

文章编号:1672-058X(2011)03-0293-03

利用虚拟环境技术提高电动汽车 NVH 性能的展望

陈 亮

(重庆大学 机械工程学院, 重庆 400030)

摘 要:分析了电动汽车的结构特点,研究了由结构特点而引起的噪声与振动特性,提出了提高电动汽车 NVH 性能的参照方法;并阐述了传统 NVH 仿真分析的缺点和 NVH 虚拟环境技术的优势,预测虚拟环境技术将是 NVH 技术的发展趋势。

关键词:电动汽车振动和噪声; NVH 性能; NVH 仿真分析; NVH 虚拟环境技术; 展望

中图分类号:F244

文献标志码:A

1 电动汽车噪声问题控制的必要性

在全球把节能、环保作为首要的发展主题的背景下,电动汽车得到了非常迅猛的发展,并日益成为技术竞争的焦点。在电动汽车的技术中,全球的注意力都集中在动力系统的集成和控制,以及动力系统关键部件的开发上,而忽略了电动汽车的噪声问题,事实上电动汽车的噪声问题水平并不比汽油车和柴油车有优势,要想提高电动汽车的整体性能,降低其噪声也是迫在眉睫,并且需要在降低噪声的前提下改善声学品质。

我国已经提出了“十二五”发展规划,力争在电动汽车行业走在世界的前列。为了降低成本,缩短开发周期,减少生产后的整改,达到良好的声振效果,在设计开发的早期就应进行系统设计与控制,才能在此项技术上达到世界先进水平。

2 电动汽车振动和噪声现象的特点

电动汽车结构特点^[1]:动力输出装置利用电机驱动;增加大质量的电能储存系统;改变了能量补充系统;减速器传动比缩小,结构简单。辅助系统全部变为电力驱动,增加各种电动压缩机和电动泵来保证各个系统的正常工作。整车的布置改变,载荷分布变化大,整车行驶动力学性能也发生改变。

电动汽车的振动和噪声特性与传统汽车相比有以下重要特点^[2]:质量很大的蓄电池大大影响了整车的模态特性;沿车辆纵向分布的较大的集中质量增加了整车俯仰、侧倾和横摆转动惯量,同时操纵稳定的瞬态响应特性也受到影响;电动汽车各辅助系统、动力蓄电池、其他的大功率元件和附加的冷却通风系统分散布置在汽车各个部位,形成了“多声源散布”的特点,容易引发新的异常噪声问题;各种电动化系统和部件有不同工作特性、不同安装位置 and 不同工作时序,因此,电动汽车振动和声学特性具有更多“瞬态”特色;振动源和噪声源分散还将对车身结构的局部阻抗特性和固体振动传递控制的悬置和支承提出新的要求。

没有了发动机和排气系统的噪声,其他各个噪声源的贡献比重发生重要的改变,从而电动汽车车内声学品质和车外噪声等级发生很大改变,整车声学特性的变化;整车本底噪声的降低,各个部件的工作振动和噪声容易被乘客注意,甚至被认为是“异常振动和异响”,产生非常不利的影响。

电机的增多使得高频的电磁噪声增大,加上电动汽车线束系统数量多,分布区域广,需要大量的间隙或者空洞走线,这对于隔离高频噪声形成较大的难度。

收稿日期:2010-03-05;修回日期:2010-04-10.

作者简介:陈亮(1985-),男,江西高安人,硕士研究生,从事混合动力汽车研究.

电动汽车的驱动电机运行转矩波动小,但启动速度快,转矩响应斜率大,各种辅助系统的电机系统频繁启停,使得电动汽车瞬态冲击大。主驱动电机和各种辅助系统的驱动电机发生的高频的电磁噪声,以及各种功率控制器件也会发生会更高频率的噪声,破坏器件的电磁兼容,伤害乘客和车外人员的身体,产生电磁环境污染。

3 国内外电动汽车噪声控制的现状

电动汽车的发展时间较短,发展重点侧偏,因此有关电动汽车振动和噪声研究的公开文献很少,说明该领域的研究基本处于空白状态,或者处于严格技术保密阶段。但是,汽车发动机噪声的降低,其他噪声来源对车辆整体噪声的贡献份额相对增大,因此,传动汽车的噪声控制的发展进入新的发展方向,车辆的 NVH 性能正逐渐演变为重要的设计指标。另外,国内外一些汽车公司已将噪声控制的理念和技术纳入到新车型的概念设计、技术设计以及改进设计等关键环节阶段,以期从设计源头上确保车辆的 NVH 品质。对于电动汽车来说,可以根据本身的振动与噪声特性,参照传统汽车先进的 NVH 性能控制技术,形成电动汽车 NVH 控制的思路,具体整理如下:

(1) 在设计早期确定整车的声学品质目标^[3]。在产品研发的前期就可以确定整车的声学品质,从而可以大大的缩短整车由于振动和噪声而延长的开发周期,声学目标应该既能满足乘坐和驾驶的声学舒适性,又要具有自己的品牌特色^[4]。具体处理时,可以对竞争车型的振动和噪声特性进行修改。处理此类问题的方法较多,其中以小波分析技术最为有效^[5],其处理的过程类似于短时傅里叶变换,可以对噪声和振动信号进行非常详细地分析,目前国外已有汽车公司利用此方法对冲击噪声特性的进行修改^[4]。

(2) 在整车声学品质下确定各系统和元件的声振特性目标^[3]。确定整车声学品质后,再逐步的分解与电动汽车的每个元件上,按照每个元件的声振特性对元件个体及配合优化。所用到得方法有仿真分析和最优化技术等。

(3) 构造上使用新材料和新结构技术。一项名为“非阻塞性粉体及颗粒阻尼结构(NOPD)”的新技术克服了传统的阻尼、吸声材料及结构普遍存在低频性能差、空间难以布局等弱点,其适用频带宽,可以不占用有空间,并且成本低廉^[6];压电材料因其体积小、质量轻、响应迅速的优点开始在噪声、振动的主动控制领域研究和试验并改进,国外已有技术机构将压电陶瓷材料用于新型汽车消声器的研制开发,试图将压电材料制成传感器和激励器并集成于汽车相关构造当中,例如转向柱等,从而形成机敏结构^[7];另外像阻尼涂层、泡沫材料、约束层阻尼结构、内饰吸声表面以及 ABA 隔热墙衬垫等都可以用来改善车辆 NVH 性能。

4 NVH 虚拟环境技术的应用

(1) 传统仿真技术不能满足需求。NVH 是一个系统性、依赖性很强的问题。其研究与解决依赖于声学、结构振动及系统动力学等多个学科中的深层知识。同时,车辆行驶环境随机性强,其内在的有关结构、性能参数也具有一定的分散性和变异性,从而使问题变得更加复杂。因此,对于物理机理和数学模型高度复杂的车辆 NVH 性能,仿真分析的“置信度”^[3]一直不易保证。另外,很多情况下用作仿真分析输入条件的基础性技术数据并不完备,这会对仿真分析的置信度产生致命影响。

虽然当前关于车辆 NVH 仿真分析研究均十分重视其置信度的检验与提高,最具说服力的仿真分析置信度检验方式是分析与测试结果的一致性对比。然而,测试结果本身也存在“置信度”的问题。特别是声学测试,对于测试流程、条件及环境非常敏感,在很多情况下测试结果本身就具有较大的分散性,因而导致仿真分析置信度检验标准不标准。

(2) 虚拟环境技术优势鲜明。虚拟环境技术的工作原理为技术人员、管理人员和用户先在系统中设定相关参数及载荷、路况等环境信息,然后在虚拟现实场景中对油门、刹车、档位等进行交互式操纵,获得关于噪声、振动信号的实时反馈与切身感受。

虚拟技术的优点^[3]: 车辆 NVH 性能的 CAE 分析结果在虚拟环境技术是借助于虚拟现实环境,向技术、管理人员及用户提供身临其境般的听觉、触觉及视觉感受,从而能够在车型开发的早期阶段,先于物理样车的出现而切身体会其 NVH 性能,并据以进行主观、客观评价和改进设计方案,大大缩短设计开发周期并降低费用。虚拟环境技术完全可以做到对测试环境的控制,从而可以在需要的时候再现测试环境和测试结果。虚拟环境技术能够提供高度逼真且更为丰富的驾乘工况体验,由此可大大提高 NVH 评价结论的普适性与说服力,并可成为联系专业人员与用户的技术桥梁。可以随时切换车型参数以便针对不同车型进行性能对

比,对于共用平台的系列化车型尤为方便。

(3) 国内外 NVH 虚拟环境技术发展状况。虽然虚拟环境技术的发展已经有了一段的历史,但是其应用于在提升汽车 NVH 性能方面还处在刚刚起步的阶段。据报道,在国外某公司已经应用此技术对其 2010 年的新车型进行设计,效果非常的好,不仅一年内减少 200 小时的风洞测试时间和节省超过 30 万美元的测试成本,还使得其新车型的 NVH 性能远超过其竞争车型,图 1 为该公司的试验装备图;另外,已有公司针对虚拟环境技术研发除了一种名为 NoViSim 的汽车行业创造噪音和振动模拟器,相信不久的将来,其在汽车行业内的使用范围将非常广泛,图 2 为该产品的宣传图。在国内 NVH 虚拟环境技术的研发和使用基本一片空白,只有同济大学 and 南京航空航天大学等高校做过类似的研究和探讨。



图 1 NVH 虚拟环境装置



图 2 NoViSim 宣传图

5 结束语

目前,我国电动汽车行业处于和发达国家同一起跑线上,而电动汽车的噪声控制又处于起步阶段,尚未被发达国家技术垄断。因此,国内汽车行业应当充分把握这一时机,吸收和学习国外先进噪声控制技术,通过自主创新,力求在某些方面形成优势,并且利用虚拟环境技术来缩短电动汽车设计周期,减少设计成本,从而带动中国电动汽车的飞跃发展。

参考文献:

- [1] 麻友良,陈全世.混合动力电动汽车的结构与特性分析[J].汽车研究与开发,2000(4):20-22
- [2] 熊建强,黄菊花.混合动力汽车噪声和振动的分析与控制[J].噪声与振动控制,2009(5):96-100
- [3] 方园.基于虚拟实验的整车 NVH 性能分析[D].上海:同济大学,2007
- [4] 李占辉,刘晓强,李柏岩.小波域降噪方法及其在历史音频保护中的应用[J].噪声与振动控制,2008(4):68-71
- [5] 晏力.基于小波变换的自参照图像数字水印研究[J].重庆工商大学学报:自然科学版,2010(1):50-54
- [6] 赵玲.阻塞性微颗粒阻尼柱阻尼特性的实验研究[J].振动与冲击,2009(8):1-5
- [7] 翁海蓉.汽车车内噪声控制技术的研究进展[J].凿岩机械气动工具,2008(1):42-45

Prospect for Improving Electric Vehicle NVH Performance by Using Virtual Environment Technology

CHEN Liang

(School of Mechanical Engineering, Chongqing University, Chongqing 400030, China)

Abstract: The structural characteristics of electric vehicle(EV) are analyzed in this paper. The features of the noise and vibration due to the structural change are studied. The methods for improving the EV NVH performance are presented. The deficiencies of the traditional NVH simulation analysis and the advantages of the technology of NVH virtual environment are described. The technology of virtual environment which is the development trend of NVH technology is forecasted.

Key words: vibration and noise of electric vehicle; NVH performance; NVH simulation analysis; NVH virtual environment technology; prospect

责任编辑:代小红