

轿车关门声品质影响因素分析及改善研究

董炳健

(宁波吉利汽车研究开发有限公司 长兴分公司, 浙江 长兴 313100)

摘要:基于车门声品质的产生机理,分析影响声品质的3项主要指标,运用声学测试手段并对指标进行分析,研究影响轿车车门声品质的主要因素,结合某在研车型的数据分析,综合分析尖锐度、响度、震颤3种指标对车门声品质的影响,给出一套系统提升车门声品质的改善方法。总结出7种车门声品质问题产生机理并给出经实践证明有效的改善措施,分别提出对尖锐度、响度、杂音、关门厚重感及减少异响的对应策略。

关键词:轿车;车门;车门系统;声品质;尖锐度;响度;结构优化;影响因素

中图分类号:U463.83⁺4 **文献标志码:**B **文章编号:**1671-5276(2020)06-0079-03

Analysis of Influencing Factors of Car Door Sound Quality and Its Improvement Research

DONG Bingjian

(Ningbo Geely Automobile R & D Co., Ltd., Changxing Branch, Changxing 313100, China)

Abstract: According to the production mechanism of car door sound quality, 3 main indexes affecting the sound quality of car doors are analyzed. By the acoustic test method and analysis method, the main factors having influence on the sound quality are studied. Combined with the data of a research vehicle, the effect of three indicators, namely, sharpness, loudness and tremor, on the sound quality of the car doors are comprehensively analyzed, and a set of systematic improvement methods for improving the sound quality of the car doors are given out. 7 kinds of the door sound quality production mechanisms are summarized and the effective improvement measures are given out. The corresponding strategies of solving sharpness, loudness, murmur, feeling for closing door thickness and reducing abnormal sound are put forward respectively.

Keywords: car; car door; car door system; sound quality; sharpness; loudness; optimal structure; influencing factor

0 引言

现代汽车制造业越来越重视汽车优越的性能和良好的声音品质,而作为消费者最能直观感受到的关门声音,一直是汽车企业努力研究提高的方向。早在1985年,丰田汽车公司就率先提出了汽车关门声品质的概念,而20世纪90年代美国通用和福特汽车公司更是提出了自己的控制方法,并逐渐形成一套完善的声品质控制体系。

关门声品质是指关门时声音带给人的听觉感受,好的关门声品质已经成为现代人认可和购买车辆的重要指标及评价标准。人们希望关门声听起来厚重、干脆且是一次关闭,整个过程没有杂音出现。好的关门声品质将直接影响客户对整车品质的评价及客户对车辆品质的第一印象。目前国内众多汽车厂商都投入了大量的研究来提高车门关门声品质。

1 关门声品质的产生机理和传播途径

关门声品质有很多种评价指标,目前汽车行业主要

采用尖锐度、响度、震颤度这3种指标^[1],因为这3种指标可以用声学仪器来测量,可以最大限度规避人的主观评价带来的分歧误差,也可以定量地反映车门的声品质好坏,为工程品质提升提供可量化的指标。

1) 尖锐度用来衡量声音频率分布,尖锐度越高说明关门声频率越高,关门音越尖锐。尖锐度不宜过高,通常尖锐度控制在2~2.5 acum。过高声音刺耳,使人不舒服,过低声音不响亮,不能体现高档的听觉品质^[2]。

2) 响度用来衡量声音的能量或强度,既体现了声音的大小(区别于分贝dB),又体现了关门声音的厚重感。一般车门响度指标控制在25~30 sone之间会使人产生愉悦感;而>35 sone将会带来沉闷的撞击音,使人反感;<25 sone则声音表现出单薄感,车门体现为低档单薄的感觉^[3]。

3) 震颤度代表了关门时声音持续的时间长短。高频的震颤表现出声音杂乱,频率越低,声响越集中,声音更加浑厚。因此低频的震颤会给人一种厚重、高档的听觉品质。

关门声品质的客观评价方案:目前主流的声品质采集方法是借助人工头声学测试系统及实车测试采集^[4],见图1-图2。



图1 双耳人工头声学测试系统



图2 车门声品质系统评价示意图

2 车门声品质工程控制策略

关门声品质的控制,主要是针对噪声源采取针对性的控制方案^[5],首先从车门结构入手,分析噪声源的来源及产生机理,并在工程设计上加以控制。

关门过程中的主要噪声来源有:

1) 车门撞击声。主要为门锁钩与锁舌的撞击,限位器的过档声音及车身和金属之间的碰撞。控制方案为校核车门总质量在合理范围,车门增加缓冲处理(如缓冲块、密封条压缩量控制)。

2) 车门关门时震动。主要来源因素为车门本体及铰链刚度不足,车门外板曲率过大产生共振。

3) 锁体噪声。主要为锁内部材质、拉杆及拉线震动、是否隔声等。

4) 车身是否完好密封。车门密封条不产生噪声,它是通过密封唇边的压缩量来避免车门与侧围的撞击音,以及通过密封隔断部件产生的噪声传入人耳。

5) 通过车门辅料降噪。通过增加阻尼材料、膨胀胶类及加强板提高车门整体刚度,避免噪声产生。

6) 提升后视镜、车门附件各安装点的刚度,避免关门震动噪声。

7) 提升车门主体结构刚度。主要针对铰链和车门锁安装点刚度、门内板刚度进行提升,达到降噪要求。

8) 零部件尺寸要求提升。控制车身及车门尺寸、间隙面差等,避免制造误差及设计间隙带来的噪声影响。

3 某在研车型 A 车门声品质影响因素分析及改善研究

首先通过声学测试系统,分别测量得到 A 车型的关门声响数值(尖锐度及响度),进行客观的数值分析^[6],查

找差异点,如图3、图4所示。结合主观描述,采集数据进行声音品质分析,如表1所示。

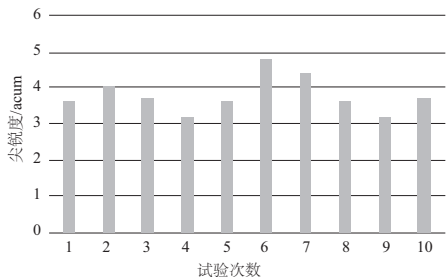


图3 更改设计前尖锐度测试分析

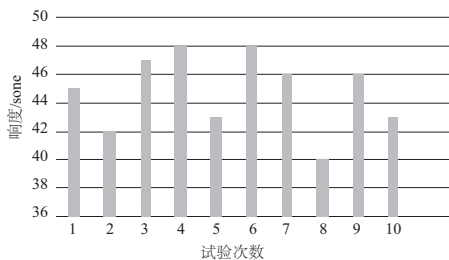


图4 更改设计前响度测试分析

表1 某在研 A 车型关门声品质分析结果

项目	主观评价描述
现状	车门尖锐度较高,均值>2.5 acum,声音频率高,声音品质较差;响度>35 sone,超出接受范围。
目标	尖锐度和响度都在声品质可控范围内,声品质表现较优异。

4 改善方案研究

改善方案如下:

1) 车门锁钩及锁扣材质改善

A 车型采纳竞品车方案,锁舌采用包塑处理,并将锁体材质改为软塑。更改后锁舌柔软,避免与锁钩硬接触,关门时碰撞尖锐度降低。

2) 车门防撞梁与车门内板贴合度改善

控制胶体膨胀质量,使车门防撞横梁与门外板的贴合面积达到 1/3 以上。

3) 控制车门与侧围关门间隙。

采用高度可调节的锥形缓冲块,关门时车门与侧围之间形成缓冲,避免撞击声产生。

4) 控制车门密封条压缩量及车门与侧围的内间隙,使车门密封,功能满足设计要求,消除密封不良带来的噪声外溢。

5) 锁体内部结构排查,主要为解决锁体拉杆晃动,设计结构上增加海绵进行隔振处理^[7]。

6) 提升车门本体及安装点刚度,避免关门时产生震颤。

对玻璃升降器电机安装及玻璃导轨刚度进行刚度模拟分析,在安装点增加加强筋及在车门内增加补强贴片,提升运动刚度,避免关门时车门震颤及玻璃升降震动。

经过以上六项改善,对改善后的车门进行关门声测试。

1) 尖锐度分析:图5为尖锐度改善分析图,由图谱可

知尖锐度得到明显改善,尖锐度越小声品质越好^[8]。

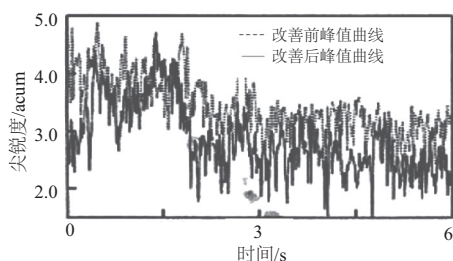


图5 尖锐度改善分析

2) 响度分析

图6为响度改善分析图。由图谱可知响度峰值得到较大提高,响度越大,关门声越厚重有力,关门声质量越好;响度小,声音薄弱,给人带来低档、薄弱感^[9]。

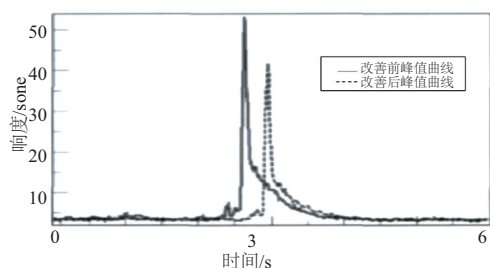


图6 响度改善分析

3) 震颤分析

图7为改善前震颤图谱,图8为改善后震颤图谱。由图谱可知改善后车门震颤声响减小,频率降低,声响(分贝)音集中,声音更加浑厚;给人一种厚重、高档的听觉品质。

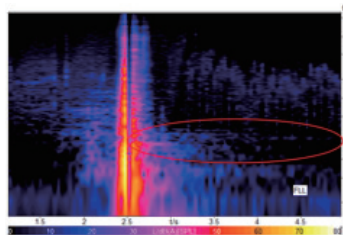


图7 改善前震颤图谱

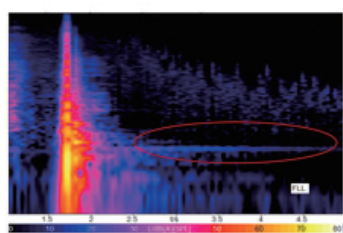


图8 改善后震颤图谱

表2为车门改善前后响度及尖锐度峰值对比。

表2 车门改善前后响度及尖锐度峰值对比

项目	改进前峰值	改进后峰值	峰值降低/%
响度/sone	48.0	27.0	43.4
尖锐度/acum	4.8	2.8	71.4

结论:A车型经过系统改善及结构优化,前门尖锐度为2.8 acum,响度为27 sone,已经达到声品质可接受范围,整改效果比较明显。

5 结语

车门声品质评价包含主观评价和客观评价^[10],结合不同车型关门声品质的特点,应先进行系统声学测试,综合分析导致声品质变差的因素(尖锐度、响度、震颤),并根据现场分析车门及系统的实际情况,运用组合方法分析出需要改进的方向(对声品质改善效果明显的措施),进而反推出需要采取的有效措施,从而一次解决主因,逐步解决次因,快速提升车门声品质。

参考文献:

- [1] 孙义勇,张军,勾中彪. 汽车关门声品质评价与优化[C]. 北京:2009 中国汽车工程学会年会,2009.
- [2] 邓江华,夏洪兵. 汽车车门关闭声声品质客观评价[J]. 噪声与震动控制,2011(5):58-59.
- [3] 陈建友. 汽车密封条对车门关门声品质的影响分析[J]. 北京汽车,2017(6):41-42.
- [4] 赵丽路,于德介,陈关宝. 汽车关门声品质评价参数的建立[J]. 噪声与震动控制,2013(6):132-133.
- [5] 王登峰,刘宗巍,梁杰,等. 车内噪声品质的主观评价试验与客观量化描述[J]. 吉林大学学报(工学版),2006(5):41-45.
- [6] 蔺磊,顾彦. 车辆关门声品质评价方法的研究[J]. 汽车工程学报,2012(2):131-132.
- [7] 杨龙飞. 基于 LMS Virtual. lab 的穿孔板声学特性分析[J]. 机械制造与自动化,2018,47(5):145-146.
- [8] 王长山,张立军. 汽车关门声声品质评价方法的研究[J]. 汽车工程,2011(10):184-185.
- [9] 陈德欣,曹友强. 车门关门声品质控制的主观评价研究[J]. 汽车制造技术,2014(12):30-31.
- [10] 尹培苗,汪建涛,顾翔. 车门关门力的影响因素[J]. 装备工程,2017(5):44-45.

收稿日期:2019-09-02