

汽车车门声品质调查

范 玮, 孟子厚

(中国传媒大学传播声学研究所, 北京 100024)

摘要: 该文通过主客观两个方面的分析,对 35 辆不同款轿车的关门声进行了声品质调查。主观上通过心理声学实验得到影响被试判断的与总体喜爱度相关的三个因素,以及与其相关性较小的金属感;客观方面初步分析了各项车型指标和信号波形,试图找到主客观的联系,为进一步理想车门声的建模奠定基础。

关键词: 车门; 声品质; 主观实验

中图分类号: TB53 文献标识码: A 文章编号: 1000-3630(2007)-04-0674-04

Investigation of sound quality of car door slamming

FAN Wei, MENG Zi-hou

(Communication Acoustics Laboratory in Communication University of China, Beijing 100024, China)

Abstract: We have studied sound quality of car door slamming for 35 cars by considering both subjective and objective aspects. Three factors related to the general favors were found from a rating scale method based on a psychoacoustic test. They are bass, bank and workmanship. Meanwhile, metallicity was found to be a decisive factor. The indexes of the cars and the objective parameter of the sound are also discussed.

Key words: Car door; Sound quality; Psychoacoustic measurement

表 1 实验对象
Table 1 Test Objects

1 引 言

人们在购买汽车时, 往往会把汽车关门声的声品质作为衡量汽车质量的标准之一。的确, 关门声的好坏与汽车的设计方法、制造工艺密切相关, 可以在一定程度上反映汽车的品质。目前声品质的研究发展很快, 人们对于工业产品的需求不再仅仅限于功能性, 更加注重产品的整体品质, 如控制工作噪声等等, 这方面的研究有很多^[1], 但是, 对于工业设计中正常声音的设计相对较少, 如汽车的关门声。本文采用主观实验的方法对 35 个不同汽车的关门声信号进行了初步调查分析, 实验分析的对象是国内市场上的一些主要车型, 如表 1 所示:

收稿日期: 2006-07-25; 修回日期: 2006-09-30
作者简介: 范玮(1982-), 女, 山西人, 汉, 硕士研究生, 研究方向: 音频技术。
通信作者: 范玮, E-mail: nangua@cuc.edu.cn

德系车	日系车	韩系车	国产车	美系车	法系车
捷达	本田思威	起亚嘉华	QQ	别克 GL8	标志 307
奥迪 A4	本田思域	起亚远舰	东方之子	别克君越	爱丽舍
速腾	花冠	千里马	奇瑞 A5	别克凯越	富康
领驭	皇冠	赛拉图	旗云	福特蒙迪欧	凯旋
高尔夫	普瑞特	现代美佳	夏利	凯越旅行车	
桑塔纳	骐达	现代盛达			
宝来					
途安					

2 实验调查方法

2.1 车门声录制

理想的实验应该使被试在实际的环境中听真实的关门声, 做出评价, 但是由于条件的限制, 实验在实验室中进行。为排除环境的干扰, 信号是在静止车内副驾驶位置录制的, 使用的设备是 Roland EDIROL R-1 数字录音机, 16bit, 44.1kHz 采样。

由于信号为冲击,持续时间较短,每个信号最长只有 0.7s,为了使被试更好的感受信号,每个信号在一次实验中重复了 5 次。信号在录制时关门力度不可能完全一致,信号的响度会受到影响,因此进行了适当的等响处理。为避免环境的干扰,信号的回放采用 AKG K 240 DF 耳机。

2.2 主观评价

被试是 7 名在读研究生,平均年龄为 24 岁,均无听力障碍。整个实验的前提是,被测试者不被告知每个信号是哪款车的关门声,因为品牌的印象会影响对声音的判断^[2]。被测试者所要做的只是单纯对声音的判断,而不涉及任何其他感觉,如视觉、触觉等等。

信号数量较大,采用的主观评价方法为系列范畴法^[3]。车门声的主观描述参量是实际生活中常用的 5 个描述车门声的词语(实验前有适当的解释):

- 喜爱度: 总体的印象,不必考虑具体特点;
- 厚实: 声音比较低沉,厚重,有安全感;
- 档次: 听感上判断车是豪华还是经济型,这点要根据经验判断;
- 做工: 做工的精细程度会影响关门声的声学效果;
- 金属感: 类似金属的碰撞声,判断这种感觉的明显程度。

每个参量分为 5 个尺度,差、较差、一般、较好、好。35 个信号(每个包含 5 个相同的冲击信号)依照随机顺序重放,要求被试大致按照每听到一个冲击对一个参量做出评价(并无强行要求)。由于被测试者是普通人群,对车的了解有限,为使其更准确地把握参数的含义,熟悉实验过程,实验前有适当的训练。

3 车门声品质评价结果

使用系列范畴法统计原理,得到各参数的心理尺度。图 1 给出了喜爱度和厚实感的结果排序示意图。可以看出评价结果没有信号属于差或好,大多集中在一般这个范畴。

各个参数的实验结果两两做相关分析得到的结果如表 2。

可以看出前 4 个参数的相关性较大,即喜爱度是与厚实、档次、做工密切相关的,这一点还可以从结果得分曲线看出,如图 2 所示。横轴的顺序是喜爱度的递增顺序,每条曲线的趋势是基本一致的,因而可以肯定这几个方面的表现决定了人们对于车门声的喜爱程度。同时,还可以看出,尽管排序不完全相同,但是最好和最差两端的判断一致性很高,说明

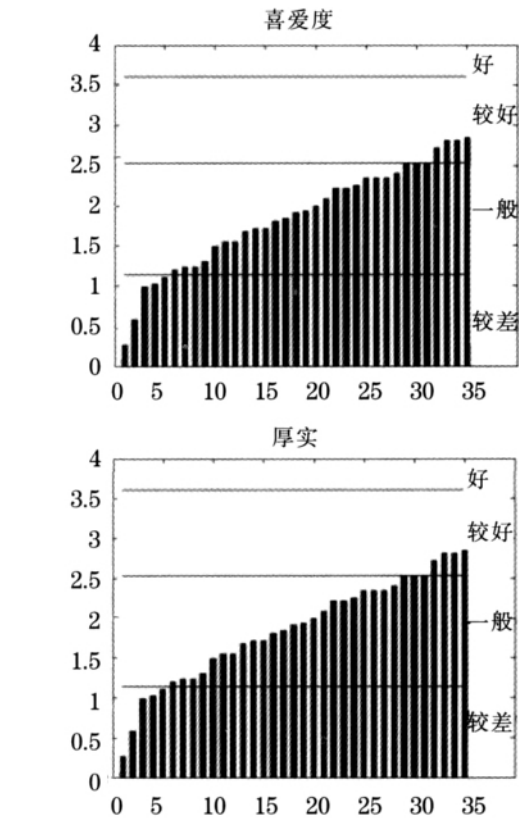


图 1 喜爱度和厚实心理尺度排序
Fig.1 The scale of General favor and Bass

表 2 参数相关					
Table 2 Parameter correlation					
	喜爱度	厚实	档次	做工	金属感
喜爱度	1				
厚实	0.846248	1			
档次	0.945216	0.881742	1		
做工	0.942559	0.8794	0.91166	1	
金属感	- 0.32637	- 0.13202	- 0.20299	- 0.33215	1

差别非常明显的信号是可以被发现的,也说明在信号的内部有着一定的规律,只是在差别较小时可能被其他因素掩盖。而金属感是一个独立的决定因素。喜爱度中较好的信号,在金属感中并不一定好,也不是金属感越强,喜爱度就越高,或越低。所以金属感是与喜爱度相独立的一个变量。

图 3 是每个信号的价格曲线,信号顺序仍然是喜爱度顺序,可以看到基本接近随机分布,并没有一定的规律,即没有体现出预先设想的价位越高,声音品质越好的情况,也就是说,即便是中低档的车,也可以通过良好的设计,得到愉悦顾客的关门声。图 4 是每个信号的重量曲线,同价格曲线相似,也没有规律可循,通常会认为汽车越重,车门声也会更厚实,更受喜爱,但是实验结果同样没有看出上述趋势。

表 3 喜爱度顺序-车型详细参数
Table 3 Indexes of cars-General favor order

信号序号	价格(万元)	车重/kg	尺寸/mm	信号序号	价格(万元)	车重/kg	尺寸/mm
1	16	1070	4546 ×1710 ×1427	19	24	1520	4570 ×1780 ×1710
2	10	1110	4428 ×1660 ×1420	20	5	880	3550 ×1508 ×1491
3	11	1295	4480 ×1735 ×1470	21	23	1540	4391 ×1794 ×1670
4	10	1290	4552 ×1750 ×1483	22	17	1245	4500 ×1755 ×1450
5	28	1817	5213 ×1847 ×1744.5	23	20	1487	4728 ×1820 ×1420
6	17	1215	4149 ×1735 ×1444	24	9	1024	4115 ×1620 ×1410
7	14	1255	4308 ×1725 ×1453	25	12	1460	4770 ×1815 ×1445
8	6	1050	4393 ×1682 ×1424	26	18	1170	4530 ×1705 ×1490
9	5	845	4070 ×1615 ×1385	27	14	1345	4580 ×1725 ×1460
10	30	2178	4930 ×1895 ×1730	28	29	1345	4450 ×1725 ×1510
11	30	1420	4548 ×1772 ×1428	29	10	1115	4291 ×1702 ×1418
12	22	1445	4805 ×1800 ×1440	30	15	1266	4376 ×1735 ×1446
13	18	1374	4544 ×1760 ×1461	31	15	1380	4025 ×1740 ×1685
14	22	1522	4789 ×1522 ×1470	32	17	1488	4347 ×1759 ×1424
15	18	1424	4802 ×1773 ×1512	33	9	1060	4291 ×1702 ×1425
16	36	1650	4840 ×1780 ×1480	34	36	1450	4845 ×1765 ×1470
17	13	1165	4205 ×1695 ×1540	35	33	1652	4998 ×1851 ×1461
18	24	1776	4675 ×1890 ×1795				

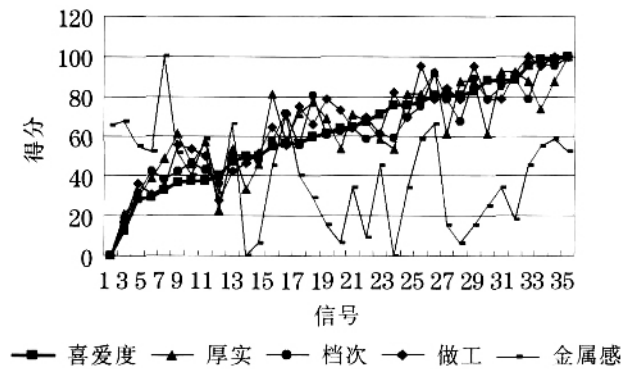


图 2 得分曲线
Fig.2 The results of subjective estimation

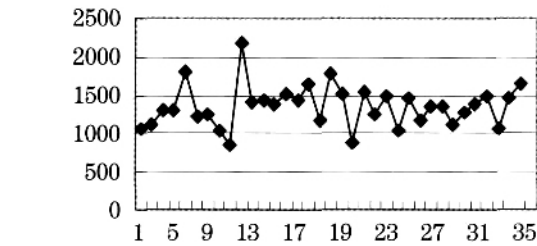


图 3 价格曲线
Fig.3 The Price curve

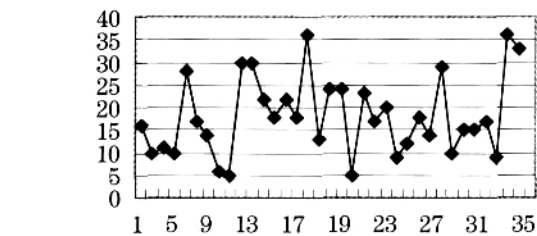


图 4 重量曲线
Fig.4 The Weight curve

4 声品质与车门声的物理参数

找到影响最大的声品质因素，继而就要分析声音信号的客观参数，以便建立合适的物理模型，得到‘最佳’听感的车门声。

本实验中两个典型的信号波形，如图 5 所示。车

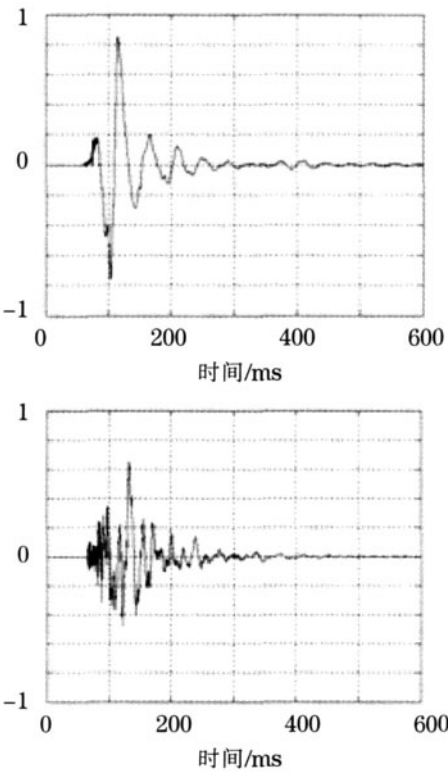


图 5 两个典型车门声信号
Fig.5 Two typical sound waves

门声的听感与声音波形的具体形状和特点应该有密切的关系。通常认为车门声的厚重感可能与声音中低频成分的衰变周期有关, 低频能量越多, 厚重感也应该越强。通过对从 63Hz 到 8kHz 倍频带的声音能量衰变周期的初步分析, 暂时没有发现明显的厚重感与低频能量和衰变周期的相关性。

同样的声音品质属性, 稳态持续信号和瞬态冲击信号引起这种属性的物理规律可能是不一样的。对车门声品质的物理建模, 除了时域特征和频域特征外, 时频域上的二维特征可能是最有效的办法。

5 小 结

本实验对 35 个汽车关门声信号的声品质进行了主观评价实验调查, 通过分析发现, 受试者对车门声的偏爱度与车门声的厚实感、做工、档次有直接的相关性。车门声的金属感对整体偏爱度的影响似乎

没有一致性。目前国内市场上的轿车的车门声品质与其售价和整车质量似乎相关性不大。本文只是对车门声品质做了一个初步的实验调查, 根据声品质的调查结果寻找控制声品质的物理参数和模型是下一步的研究方向。

参 考 文 献

- [1] 毛东兴. 声品质研究与应用进展[A]. 中国声学学会 2005 年青年学术会议[CYCA 05][C]. 上海, 2005. 6-10.
MAO Dongxing. Progress in sound quality research and application[A]. the analects of CYCA 05[C]. Shanghai. 2005. 6-10.
- [2] Hugo Fastl. Psycho-Acoustics and Sound Quality. In: Jens Blauert. Communication Acoustics[M]. Netherlands: Springer-Verlag Berlin Herdelberg, 2005. 155-157.
- [3] 武藤真介. 计量心理学. 东京: 朝仓书店, 1982. 65-75.
- [4] 网易汽车频道(http://auto.163.com/product/2/2_ofmark.html). 汽车品牌大全.
Automobiles column on The Net Ease Web site[DB/OL]. (http://auto.163.com/product/2/2_ofmark.html). Product.