

DOI:10.16549/j.cnki.issn.1001-2044.2018.11.017

# 汽车面料的吸声试验方法对比

章朱豪

[ 砺实检测科技(上海)有限公司, 上海 201600 ]

**摘要:** 由于汽车面料对于吸声性能的要求日益提高,因此对于吸声性能检测的需求也逐渐增多。主要介绍了汽车面料吸声性能检测的主要方法,对原理给出简单介绍,并比较了这几种检测方法的适用范围、测试方法、数据稳定性和结果可靠性,从而有利于相关人员选择更为合适的试验方法。

**关键词:** 汽车面料; 吸声性能; 性能测试; 测试方法

**中图分类号:** TS101.9

**文献标识码:** B

**文章编号:** 1001-2044(2018)11-0052-03

## Comparison of the test methods for sound absorption performance of automobile fabrics

ZHANG Zhuhao

[ Shaoshi Testing &amp; Technology Co., Ltd.(Shanghai), Shanghai 201600, China ]

**Abstract:** Due to the increasing demand for the sound absorption performance of automobile fabrics, there is an increasing demand for sound absorption performance testing. The main methods of sound absorption performance testing of automobile fabrics are mainly introduced and their respective principles are briefly introduced. The scope of application, testing methods, data stability and reliability of these methods are compared. It is favorable for the relevant personnel to choose a more suitable test method.

**Key words:** automobile fabric; sound absorption performance; performance test; test method

如今,纺织品的应用范围越来越广。对于汽车,纺织品的应用主要体现在乘客舱的内饰方面,包括座椅、车顶、门饰、护壁、窗帘、地毯,此外还包括发动机舱和行李舱部分。这些车用面料,除了起到装饰作用外,还附加有其他特殊的功能,吸声性能便是其中之一。

随着汽车市场的不断发展,乘客对汽车的选择范围越来越广,对汽车的舒适性也有了更高的要求。在车辆行驶中,不可避免会产生各种令乘客感到不适的噪声。这些噪声主要是由空气传播或车辆结构传播而来的,主要包括发动机噪声、路面噪声、胎磨噪声、风阻噪声、液体流动噪声、排气噪声、电磁噪声、共鸣噪声、制动噪声、环境噪声等。另外,用户自身的声音、车辆音响的声音以及车外噪声传递到车内后由于声学原理而产生的混响声场等也会形成车内噪声。针对以上情况,车辆设计时,会采用多种隔声材料和吸声材料来改善乘客的乘坐舒适度。本文主要介绍了汽车面料吸声性能检测的主要方法。

### 1 吸声简述

声音由声源发出后,通常一部分会被物质反射,而一部分会被物质吸收,剩下的一部分则会穿透物质后继续传播。当声波入射到材料表面的空隙后,能够引起材料内部空隙中的空气和细小纤维的振动,空气的

黏滞性会产生相应的黏滞阻力,使声能转变为热能被吸收掉。吸声材料包括多孔吸声材料、共振吸声材料和特殊结构吸声材料<sup>[1]</sup>。这些吸声材料普遍用于发动机舱与乘客舱之间、行李舱与乘客舱之间,从而起到一定的隔离噪声的作用。针对不同位置及不同作用,汽车面料可选用不同材质、不同构造、不同厚度的设计方案,来满足一定的吸声需求。不同的吸声材料或结构具有不同的吸声能力,所有材料的吸声系数均在0~1。吸声系数越大,表明材料的吸声效果越好<sup>[2]</sup>。为了更好地确定设计方案,也为了更好地验证成品,同时方便客户对产品质量进行检验,因此需要设计合适的测试方法来加以考核。像这类评价面料吸声能力的试验即称为吸声试验或者吸音试验。

目前市场上吸声试验方法主要有:驻波管法、阻抗管法、混响室法和阿尔法箱法(即 Alpha Cabin 法)。有针对性地选择试验方法将有效节约成本,缩短设计生产周期,更好地满足客户需求。

### 2 吸声试验方法对比

目前针对驻波管法的标准主要为 GBJ88《驻波管法吸声系数与声阻抗率测量规范》;针对阻抗管法标准主要为 ISO 10534-2:1998《Acoustics-determination of sound absorption coefficient and impedance in impedance tubes - Part 2: Transfer - function method》、ASTM E1050-12《Standard test method for impedance and absorption of acoustical materials using a tube, two

收稿日期: 2018-06-04

作者简介: 章朱豪(1980—),男,中级工程师,主要从事汽车面料检测方面的研究。

microphones and a digital frequency analysis system》;针对混响室法和阿尔法箱法的标准主要为 GB/T 20247《声学混响室吸声测量》、ISO 354-2003《Acoustics - measurement of sound absorption in a reverberation room》、ASTM C423-17《Standard test method for sound absorption and sound absorption coefficients by the reverberation room method》;此外,各大整车厂的企业标准中也有对以上方法的规范和指定。

为更直观地了解吸声各主要测试方法,现对各测试方法进行对比。

### 2.1 驻波管法与阻抗管法对比

由于声波引起的大气压力增值称为声压,某位置的声压与该位置的质点振动速度的比值定义为该点的声阻抗率。

驻波管法是测量材料垂直入射吸声系数的方法。当声波垂直入射到测试材料的表面而被反射时,在管内就形成驻波。测量出极大声压和极小声压的比,即驻波比后,就可按公式计算材料的垂直入射吸声系数。

阻抗管法也是测量材料垂直入射吸声系数的方法,运用于平直、刚性、气密的测试管。但和驻波管法不同的是,阻抗管法是在靠近样品的两个位置上测量声压,求得两个传声器信号的声传递函数,并通过此函数计算垂直入射复反射因子、垂直入射吸声系数和声阻抗率。

由于两种测试方法原理接近,测试仪器相近,测试样件的要求规格相同,因此大多数用户都会将这两者混为一谈。目前市场上普遍不对两者进行严格区分,也经常性相互替代进行试验。为了对两种方法加以考核,本文选取同种材料分别进行了驻波管法和阻抗管法的试验。从试验结果来看(见图1),驻波管法与阻抗管法所测的数据曲线有一定差异,阻抗管法更接近于比对样件的标准值与曲线趋势,但驻波管与其整体差异不大。在数据的重复性上,由于阻抗管法可以通过软件直接计算出试验结果,而驻波管法还需一定的人工调试并计算,因此阻抗管法受到人为因素的影响较小,数据更为精确,检测效率也相对更高。当然,自动化程度较高的阻抗管的投资成本略高于驻波管,不过由于成本增加的不多,从最终的测试费用上来看,两者并没有明显的差异。此外,购买时如果特别配置相关单元的话,还可用阻抗管进行隔声检测。也正是基于以上众多原因,目前的实验室大多配备阻抗管法设

备,而最近更新的测试标准与企标,也往往是针对阻抗管法的。

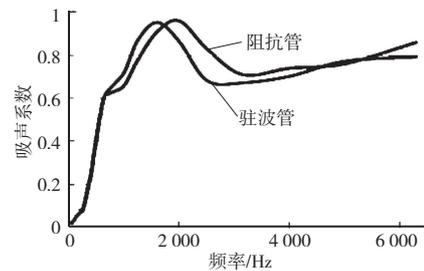


图1 驻波管法与阻抗管法的比较

因此,对于汽车面料来说,如果只需要做简单的分析对比,可以优先考虑使用阻抗管法来进行吸声测试。

试件的吸声系数与声波的入射方向及安装条件有关,而像驻波管法与阻抗管法中所采用的入射方向及安装条件在实际整车状态下是没有的,因此驻波管法与阻抗管法仅适用于研究吸声系数与其样品大小无关的吸声材料的声学性能。这也是这两种方法的局限性。

### 2.2 混响室法与阿尔法箱法对比

有声波存在的区域称为声场。现实中的声场包括自由场(见图2)、混响场(见图3),以及介于两者之间的半自由场。自由场是指声音不会被周边反射的一种状态,通常适用于边界影响可忽略不计的宽大开放的空间;而混响场则是指声音被周边完全反射的一种状态,人为设计的混响室就是这种类型;如果实验室足够大,以致边界墙面和天花板的反射可以忽略,只剩下地面的反射,这样的空间就相当于半自由场。



图2 自由场

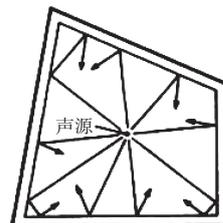


图3 混响场

一个声源在混响室内连续稳定地进行传播,声波按不同方式来回反射传播,先前的声波逐渐衰减,而后至的声波又会不断补充,最终实现动态平衡。在声源

停止发声后,室内空间的混响声逐渐衰减,定义声压衰减到 60 dB 时为混响时间。通过先测混响室背景的混响时间,再测样件放置在混响场后的混响时间,从而根据相应的公式即可测出样件的吸声系数。

利用混响场来测量的试验方法主要有混响室法和阿尔法箱法。

混响室法是在一个较大的封闭空间内进行测试(约 200 m<sup>3</sup>),内部需具有混响场特性。一般建成各表面不相互平行的不规则房间,或其长、宽、高中任何两个尺度之比不等于或很接近于某一整数的矩形房间。并在房间的表面采用刷瓷漆、铺瓷砖或贴铜箔等方法以降低其自身吸声系数,从而实现混响场的模拟。对于混响室法吸声试验,吸声材料的面积须在 10~12 m<sup>2</sup>,对于比较昂贵的材料和不便制成大面积的材料,将受到很大的限制<sup>[3]</sup>。

阿尔法箱法的测试原理基本与混响室法相同,但体积更小,相当于迷你版的混响室。阿尔法箱一般由声源、舱室、信号采集以及配套的数据处理系统组成。所需样件通常只要 1.2 m<sup>2</sup> 左右,利用适当的框架后,样件尺寸还能进一步缩小。

同样的,用同种材料分别进行混响室法与阿尔法箱法测试,可以发现测试结果较为接近,见图 4。不过阿尔法箱法所测得的曲线趋势更为顺滑一些。

与混响室法相比,阿尔法箱法造价相对较低,并更加方便转移,且数据采集及设备维护均相对更为简便。此外,由于混响室法通常要求的样件尺寸较大,对于部分产品来说,可能无法满足其尺寸要求,而阿尔法箱法则有效解决了这些问题。因此,对于汽车面料来说,选用阿尔法箱法可以进行更广泛的测试考核。

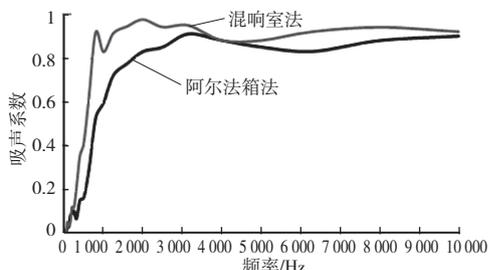


图4 阿尔法箱法与混响室法比较

### 2.3 阻抗管法与阿尔法箱法对比

由于阻抗管法和阿尔法箱法的测试方法具有差异性,通常并不直接进行比较。为更好地比较两者间的测试性能,再次选取同同样件进行数据比对(见图5)。从曲线中可以看到,两者所得数据确实有差异。而且

阻抗管法通常最高只能测到 6 300 Hz,高于 6 300 Hz 的频段无法测得。在实际应用中,阻抗管法通常会根据 6 300 Hz 之前的趋势来推算 6 300 Hz 以后的曲线趋势,因此无法像阿尔法箱法这样真实。

由于阻抗管法投资成本较为低廉,因而用其测吸声性能,相较于阿尔法箱法具备更低的测试成本;但因为阻抗管法只是一种近似测算,并无法准确反映实际工况,因而通常认为阿尔法箱法所测数据更符合实际工作环境下的真实状态。

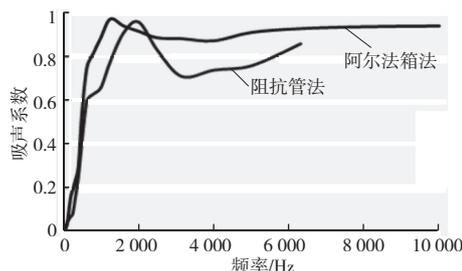


图5 阻抗管法与阿尔法箱法的对比

### 3 汽车面料如何选取合适的吸声试验

为适应乘客日益增长的舒适度体验要求,对于大多汽车面料来说,除了起到装饰、承载或隔挡作用外,还需具备一定的辅助功能。对吸声性能有要求的面料,必须选择合适的吸声试验,才能更好地节约成本,并满足客户需求。

在初期的设计阶段,为了更好选取合适的面料材质、内部构造、成分添加以及层次考虑等设计方案,可以采用阻抗管法吸声。因为阻抗管法吸声成本较低且方便试验,虽然仅是一种模拟测算,但却对设计阶段的初步定性有较好的帮助。

在产品定型后,或是客户需要检验产品的吸声性能时,通常会要求试验环境更加接近实际工况。对于汽车面料,可以考虑选择混响室法或阿尔法箱法。由于目前市场上有能力做两者中任何一种方法的实验室数量均有限,因此,还需要各个汽车面料的生产企业根据资源条件来选择做哪种方法的试验。

### 4 结语

随着各大整车厂对检测要求的不断完善,今后对吸声性能的要求也会日趋严格。为适应形势的发展,对于汽车面料的生产企业来说,要使自身产品不断适应对吸声性能方面的要求,并选择合适的检测方法来辅助设计和制作。对于有能力进行吸声性能验证的检测机构,则要深入了解各种测试方法,从而给客户提

☞(下转第 61 页)

能。在紫外光条件下, TiO<sub>2</sub> 插层氧化石墨烯能将亚甲基蓝完全降解。

(3) TiO<sub>2</sub> 插层氧化石墨烯重复降解亚甲基蓝 4 次,降解率依然可以维持在 99.97%,具有较高的重复使用性能。



参考文献:

[1] CARP O, HUISMAN C L, RELLER A. Photoinduced reactivity of titanium dioxide [J]. *Progress in Solid State Chemistry*, 2004, 32(1): 33-177.

[2] LU S Y, WU D, WANG Q L, et al. Photocatalytic decomposition on nano-TiO<sub>2</sub>: Destruction of chloroaromatic compounds [J]. *Chemosphere*, 2011, 82(9): 1215-1224.

[3] CHEN X B, MAO S S. Titanium dioxide nanomaterials: Synthesis, properties, modifications and applications [J]. *Chemical Reviews*, 2007, 38(41): 2891.

[4] ZHANG J, WU W C, YAN S, et al. Enhanced photocatalytic activity for the degradation of rhodamine B by TiO<sub>2</sub> modified with Gd<sub>2</sub>O<sub>3</sub> calcined at high temperature [J]. *Applied Surface Science*, 2015 (344): 249-256.

[5] 熊铁超. 纳米二氧化钛改性及其可见光光催化性能研究 [D]. 大连: 大连工业大学, 2012.

[6] KUMAR S G, DEVI L G. Review on modified TiO<sub>2</sub> Photocatalysis under UV/Visible light: selected results and related mechanisms on interfacial charge carrier transfer dynamics [J]. *Journal of Physical Chemistry A*, 2011, 115(46): 13211-13241.

[7] MELE G, ANNESE C, ACCOLTI L D, et al. Photoreduction of carbon dioxide to formic acid in aqueous suspension; a comparison between phthalocyanine/TiO<sub>2</sub> and porphyrin/TiO<sub>2</sub> catalysed processes [J]. *Molecules*, 2015, 20(1): 396-415.

[8] 谷留安. 共轭分子/二氧化钛复合材料的制备及光催化性能研究 [D]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学, 2013.

[9] GERISCHER H, HEUER A. The role of oxygen Zn photooxidation of organic molecules on semiconductor particles [J]. *Journal of Physical*

Chemistry, 1991(95): 5261-5267.

[10] VINODGOPAL K, STAFFORD U. Electrochemically assisted photocatalysis. 2. The role of oxygen and reaction intermediates in the degradation of 4-chlorophenol on immobilized TiO<sub>2</sub> particulate films [J]. *Journal of Physical Chemistry*, 1994, 98(27): 6797-6803.

[11] 胡海. 泡沫金属负载纳米 TiO<sub>2</sub> 的制备、表征及其光催化性能的研究 [D]. 上海: 上海交通大学, 2007.

[12] ZHANG H, LV X, LI Y, et al. P25-graphene composite as a high performance photocatalyst [J]. *ACS Nano*, 2009, 4(1): 380-386.

[13] ZHANG Y H, TANG Z R, FU X Z, et al. TiO<sub>2</sub>-Graphene Nanocomposites for gas-Phase photocatalytic degradation of volatile aromatic pollutant: is TiO<sub>2</sub>-Graphene truly different from Other TiO<sub>2</sub>-Carbon composite materials? [J]. *ACS Nano*, 2010, 4(12): 7303-7314.

[14] WEN Y Y, DING H M, SHAN Y K. Preparation and visible light photocatalytic activity of Ag/TiO<sub>2</sub>/graphene nanocomposite [J]. *Nanoscale*, 2011, 3(10): 4411-4417.

[15] FAN W Q, LA Q H, ZHANG Q H, et al. Nanocomposites of TiO<sub>2</sub> and reduced graphene Oxide as efficient photocatalysts for hydrogen evolution [J]. *Journal of Physical Chemistry C*, 2011, 115(21): 10694-10701.

[16] WILLIAMS G, SEGER B, KAMAT P V, et al. TiO<sub>2</sub>-graphene nanocomposite UV-assisted photocatalytic reduction of graphene oxide [J]. *ACS Nano*, 2008, 2(7): 1487-1491.

[17] MATSUO Y. Preparation of intercalation compounds of graphite oxide [J]. *Carbon*, 2007, 45(12): 2462.

[18] SCHN L, MCALLISTER M J, SCHNIEPP, et al. Functionalized single graphene sheets derived from splitting graphite oxide [J]. *Journal of Physical Chemistry B*, 2006, 110(17): 8535-8539.

[19] UMMER S W, OFFEMA R. Preparation of graphitic oxide [J]. *Journal of the American Chemical Society*, 1958, 80(6): 1339.

[20] 王海娟, 武娜娜, 张峰. 可见分光光度法测定纳米银溶液的银含量及其应用 [J]. *沙洲职业工学院学报*, 2011(4): 12-15.

[21] 傅玲, 刘洪波, 邹艳红, 等. Hummers 法制备氧化石墨时影响氧化程度的工艺因素研究 [J]. *炭素*, 2005(4): 10-14.

(上接第 54 页)

更优质的服务, 帮助客户研发及改善产品。



参考文献:

[1] 刘恺. 基于 VAOne 的多孔吸声材料的应用仿真研究 [D]. 武汉: 武汉理工大学, 2010.

[2] 张翠梅, 孔永健. 轮胎噪音的噪音特性研究 [J]. *城市道桥与防洪*, 2006(2): 116-117.

[3] 叶江涛, 刘岩, 张晓排. 混响室中不同试件面积对吸声系数的影响研究 [J]. *机械与振动控制*, 2009(2): 134-136.

欢迎征订《纺织检测与标准》

E-mail: fzjcybz@163.com

联系电话: 021-55210011-376