

车载氢燃料电池系统尾排消声器噪声测试及研究

刘焕东* 周玉晟 董小杨 李宗吉 王俊刚
潍柴动力股份有限公司 山东 潍坊 261061

摘要: 对氢燃料电池公交车进行整车噪声测试,分析氢燃料电池工作时车辆的噪声情况,对尾排消声器进行声学性能评估。结果显示,尾排消声器对噪声有明显改善作用,其中阻抗复合式消声器性能最优,适用噪声频率范围广,声压级降低多。

关键词: 氢燃料电池;噪声;消声器

DOI: <https://doi.org/10.37155/2717-5316-0206-3>

引言

氢燃料电池汽车具有零碳排放、无污染、工作效率高、续航里程长、燃料加注时间短、环境适应性强和维护简单等明显优势,在新能源汽车中具有较强的竞争力,尤其在重型商用车领域优势明显,是各国重点发展对象,市场前景广阔。2020年4月和9月,我国财政部联合五部委先后印发《关于完善新能源汽车推广应用财政补贴的通知》、《关于开展燃料电池汽车示范应用的通知》,氢燃料电池汽车行业进入快速发展期。

氢燃料电池工作原理是将氢气和氧气的化学能通过电化学反应转化为电能并产生水和热,这一过程本身并不产生噪声,但是氢燃料电池辅助系统如空气供给系统、氢气供给系统等在运行时会产生噪声,其中空气供给系统的气动噪声最明显。在氢燃料电池噪声领域,长安大学袁永强等人研究了抗性消声器-共振式,上海重塑张巍研究了阻抗复合式消声器,但是几种消声器的综合性能对比还未有研究。

因此,本文从实际应用角度出发,对氢燃料电池公交车和尾排消声器进行噪声测试及研究,分析对比抗性消声器-扩张室式、抗性消声器-共振式和阻抗复合式消声器的声学性能,对氢燃料电池系统噪声和尾排消声器相关的技术研究产品开发起到重要的支持作用^[1]。

1 消声器

消声器是阻止声音传播而允许气流通过的一种常见声学器件,是消除空气动力性噪声的重要措施。按照消声机理,可以将消声器分为三种主要类型:阻性消声器、抗性消声器和阻抗复合式消声器。

1.1 阻性消声器

阻性消声器是将多孔性吸声材料固定在气流通道内壁或按一定方式在管道中排列起来,因摩擦和粘滞阻力将声能转化为热能而散发掉,使沿管道传播的噪声随距离而衰减,从而达到消声目的的装置。阻性消声器具有设计简单、易于制造、压降小、性能比高、可靠性高等优点。但是在高温、水蒸气以及对吸声材料有腐蚀作用的气体中使用寿命较短,对低频噪声消声效果差^[2]。阻性消声器可以细分为直管式、片式、格式、蜂窝式、折板式、声流式、迷宫式、盘式、弯头式和小室式等多种型式。

1.2 抗性消声器

又称声学滤波器,利用气流通道的截面积突变或旁接共振腔、支管等,在声传播过程中引起阻抗的改变而产生声波的反射、共振或干涉,从而降低由消声器向外辐射的声能,以达到消声目的的装置。抗性消声器的优点是结构简单、耐高温、耐腐蚀、抗潮湿、不怕气流冲击和振动、不怕灰尘和油污等。但是消声频带窄、压降较大而造成排气背压大。抗性消声器可以分扩张室式、共振式与干涉式。

1.3 阻抗复合式消声器

阻抗复合式消声器是综合阻性消声器和抗性消声器的优点制成,在其内部既有阻性吸声材料,又有共振腔、扩张

*通讯作者:刘焕东,汉,男,1985.10,山东临沂,本科,高级工程师,研究方向:新能源动力系统及关键部件开发。

室等抗性滤波元件。消声量高，消声频带宽，体积更灵活，但是造价相对较高，消声量计算较复杂^[2]。

2 噪声测试

测试车辆为12m质子交换膜氢燃料电池公交车，氢燃料电池系统安装于车辆顶部，如图1。本次测试采集驾驶员座椅处、后排乘客座椅处在不同氢燃料电池系统功率和不同尾排消声器状态下的噪声数据。



图1 测试车辆

2.1 噪声采集点

本次测试选取2处噪声采集点：驾驶员座椅处、后排乘客座椅处，如图2。



图2 噪声采集点

2.2 尾排消声器

本次测试选取3种尾排消声器：抗性消声器-扩张室式、抗性消声器-共振式和阻抗复合式消声器，如图3，并采用下述编号：①无消声器、②抗性消声器-扩张室式、③抗性消声器-共振式、④阻抗复合式消声器。

因阻性消声器阻力大，不适用于氢燃料电池，故此次不对阻性消声器进行测试。



抗性消声器-扩张室式

抗性消声器-共振式

阻抗复合式消声器

图3 测试用尾排消声器

2.3 氢燃料电池系统功率

本次测试选取5个氢燃料电池系统功率点：10kW、20kW、30kW、40kW和50kW。

3 测试结果与分析

3.1 声压级测试结果与分析

对驾驶员座椅处的不同尾排消声器和不同氢燃料电池系统功率点的噪声声压级测试。由测试数据分析得出，阻抗复合式消声器性能最优，噪声声压级最大可降低19.9dB；抗性消声器-共振式性能次之，抗性消声器-扩张室式性能最差。因驾驶员座椅距离噪声源较远，噪声小，此处测试得出的各型式尾排消声器的降噪性能差距不大。

后排乘客座椅处基本在氢燃料电池系统最下方，对该处不同尾排消声器和不同氢燃料电池系统功率点的噪声声压级测试。由测试数据分析得出，阻抗复合式消声器性能最优，最大噪声降低至68 dB（氢燃料电池50kW运行时），噪

声声压级最大可降低13.6dB（氢燃料电池45kW运行时）。抗性消声器-共振式综合性能次之，最大噪声降低至70 dB（氢燃料电池50kW运行时）；氢燃料电池系统功率小于40kW时，抗性消声器-共振式性能优于抗性消声器-扩张室式；40kW及以上时，抗性消声器-扩张室式性能略优于抗性消声器-共振式。

3.2 频率测试结果与分析

氢燃料电池系统功率50kW时乘客舱内噪声频率测试结果见图4。由噪声频谱可以得出，测试车辆乘客舱内的噪声频率在1000~6500Hz之间；各型式尾排消声器都对不同频段的噪声产生了明显效果，抗性消声器-扩张室式和抗性消声器-共振式对1000~5000Hz的噪声效果显著，阻抗复合式消声器适用于1000~6500Hz全频段噪声。

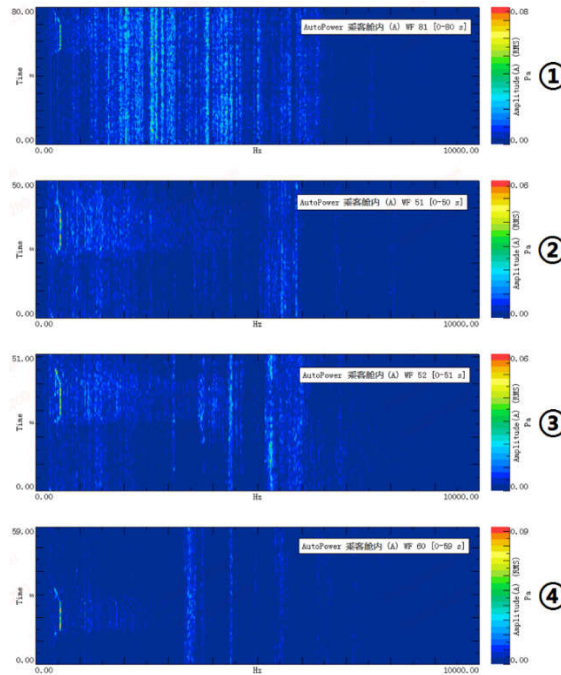


图4 噪声频谱

4 结论

通过对氢燃料电池公交车和各类尾排消声器进行噪声测试，得出以下结论：第一，阻抗复合式消声器降噪性能最佳，抗性消声器-共振式性能次之，抗性消声器-扩张室式性能最差；使用阻抗复合式消声器，驾驶员座椅处的噪声声压级最大可降低19.9dB，后排乘客座椅处的噪声声压级最大可降低13.6dB。第二，测试车辆乘客舱内噪声频率约在1000~6500Hz之间；阻抗复合式消声器适用于1000~6500Hz全频段噪声，范围最广；抗性消声器-扩张室式和抗性消声器-共振式适用于1000~5000Hz频段噪声。

参考文献：

[1] 庞剑, 谌刚, 何华. 汽车噪声与振动-理论与应用[M]. 北京理工大学出版社, 2006.
 [2] 袁永强, 陈世斌, 张智, 赵昕, 石兴泰. 氢燃料电池车新型消声器仿真及试验研究[J]. 内燃机与配件, 2019, (000)022.