

车载氢燃料电池发动机振动对噪声影响的测试及研究

刘焕东 王钦普 周玉晟 赵 越 董小杨

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乘客舱噪声测试和氢燃料电池发动机振动测试, 评估氢燃料电池发动机振动和隔振软垫对乘客舱噪声的影响。结果显示, 氢燃料电池发动机振动非主要噪声源, 对乘客舱整体噪声影响很小, 增加隔振软垫无明显降噪作用。

关键词: 氢燃料电池发动机; 噪声; 振动

Abstract: Carry out passenger compartment noise test and hydrogen fuel cell engine vibration test on hydrogen fuel cell bus to evaluate the impact of hydrogen fuel cell engine vibration and vibration isolation cushion on passenger compartment noise. The results show that the vibration of hydrogen fuel cell engine is not the main noise source, has little impact on the overall noise of the passenger compartment, and the addition of vibration isolation cushion has no obvious noise reduction effect.

Keywords: Hydrogen fuel cell engine; Noise; Vibration

引言:

交通运输业的迅速发展极大促进了社会进步和人类生活水平提高, 与此同时, 交通带来的噪声问题也日益严重。噪声污染是当今世界三大污染之一, 我国的噪声污染主要来源于交通方面, 车辆产生的噪声又占了交通噪声的75%左右, 因此车辆噪声的研究日益受到人们的重视。

由于汽车排放、化石能源枯竭等问题日益突出, 世界愈加关注新能源汽车。燃料电池汽车因为绿色环保和高效节能, 成为了未来新能源汽车特别是重型商用车领域的主要趋势之一, 其噪声问题也成了研究人员面临的新课题。

与传统内燃机汽车相比, 燃料电池汽车的噪声问题已有了很大程度的改善, 但是燃料电池及其辅助子系统产生的噪声依旧不容忽视。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客车尾排消声器声学性能优化。但是其它方向的噪声研究, 像是燃料电池发动机振动所带来的噪声研究基本没有开展。

考虑整车乘客舱空间最大化和极限情况下氢气快速逃逸, 燃料电池系统布置于车顶逐渐成为燃料电池公交车的主流方案, 丰田SORA、奔驰Citaro燃料电池公交车都采用了燃料电池车顶布置方案并在市场上批量应用。燃料电池布置在车顶, 使得其与乘客舱更加接近、中间

的阻挡也更少, 燃料电池发动机振动更容易通过车身、内饰等固体传导至乘客舱, 但其对乘客舱内的噪声影响大小不得而知。

因此, 本文从实际应用角度出发, 对燃料电池车顶布置的公交车进行乘客舱噪声测试和振动测试, 评估氢燃料电池发动机振动对乘客舱内噪声的影响, 对提高燃料电池车辆的舒适性和燃料电池车辆的大规模推广起到了重要的促进作用。

1. 噪声和振动测试

测试车辆为12m氢燃料电池公交车, 氢燃料电池系统(包括氢燃料电池发动机、散热器、升压DC/DC、进排气系统等)集成安装于车辆顶部, 整车效果如图1所示。本文通过采集不同氢燃料电池发动机固定方式下的乘客舱噪声数据及氢燃料电池发动机振动数据来分析整车噪音情况。



图1 测试车辆

1.1 氢燃料电池发动机固定方式

本文测试了氢燃料电池发动机三种不同固定方式, 具体如下:

通讯录作者简介: 刘焕东, 汉, 男, 1985.10, 山东费县, 本科, 职称: 高级工程师, 毕业院校: 长安大学, 研究方向: 新能源动力系统及关键部件开发。

方案 I：氢燃料电池发动机固定点无隔振软垫+螺栓固定

方案 II：氢燃料电池发动机固定点有隔振软垫+螺栓固定

方案 III：氢燃料电池发动机固定点有隔振软垫+无螺栓固定

具体隔震垫、固定方案情况如表 1 和图 2 所示。

表 1 氢燃料电池发动机固定方式

方案	有隔振软垫	螺栓紧固
I	×	✓
II	✓	✓
III	✓	×



图 2 测试用隔振软垫及固定方式

1.2 噪声采集点

为了更加有效测试氢燃料电池系统对乘客舱内噪声的影响，本次测试选取的噪声采集点为距离氢燃料电池系统最近的乘客舱倒数第二排乘客座椅处，如图 3。



图 3 噪声采集点

1.3 振动采集点

本次测试选取振动采集点 2 处：分别是氢燃料电池发动机左、右侧的两个固定点及对应的整车固定底座，右侧振动采集点情况如图 4 所示。



图 4 振动采集点

2. 噪声测试结果与分析

对不同氢燃料电池发动机固定方式和不同氢燃料电池运行功率下的乘客舱噪声声压级测试，测试数据分析如下：

(1) 方案 II（氢燃料电池发动机安装隔振软垫并紧固螺栓），相比方案 I（不安装隔振软垫并紧固螺栓），噪声声压级增加 0.1 ~ 2.6dB，对乘客舱内噪声无改善作用。

(2) 方案 III（氢燃料电池发动机安装隔振软垫不紧固螺栓），相比方案 I（不安装隔振软垫并紧固螺栓），噪声声压级减小 0.3 ~ 3.1dB，对乘客舱内噪声有一定改善作用。实际应用过程中需要采用带连接固定作用并且中间是橡胶完全隔离的悬置可以起到此消声作用。

氢燃料电池 50kW 功率输出时，三种固定方案对应的噪声频谱如图 5 所示，与上述声压级测试结果一致，方案 III 下对乘客舱噪声最小。

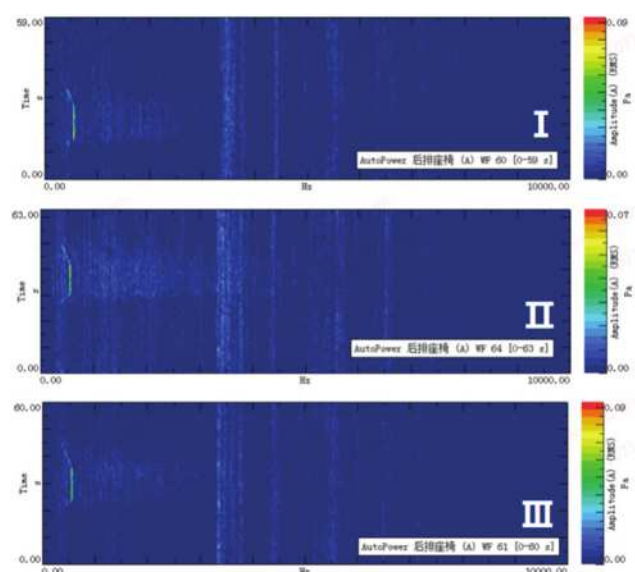


图 5 噪声频谱

3. 振动测试结果与分析

方案 II 下（氢燃料电池发动机安装隔振软垫并紧固螺栓），氢燃料电池工作在 50kW，振动频率测试结果见图 6，其中第 1 列是氢燃料电池发动机右侧 X/Y/Z 向振动频谱图，第 2 列是氢燃料电池发动机左侧 X/Y/Z 向振动频谱图。由振动频谱分析得出：隔振软垫可以减小振动频率范围，对中、高频振动作用明显。

将图 6 振动频谱和图 5 方案 II 噪声频谱进行对比可知，氢燃料电池发动机振动频谱与车辆乘客舱内的噪声频谱差异较大，氢燃料电池发动机振动产生的结构噪声未对乘客舱内噪声产生明显影响。

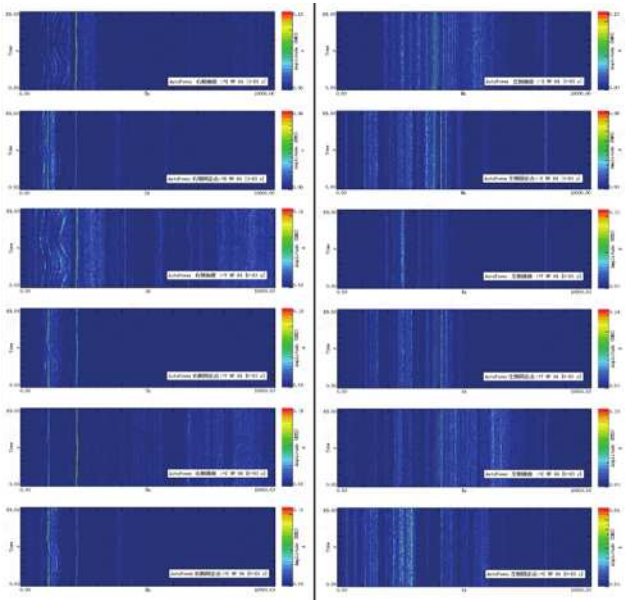


图5 振动频谱

4. 结论

氢燃料电池发动机安装隔振软垫并紧固螺栓，相

对于不安装隔振软垫并紧固螺栓的状态，噪声声压级增加0.1 ~ 2.6dB；氢燃料电池发动机安装隔振软垫不紧固螺栓，相对于不安装隔振软垫并紧固螺栓的状态，噪声声压级减小0.3 ~ 3.1dB，隔振软垫对噪声无明显改善作用。氢燃料电池发动机振动频谱与车辆乘客舱内的噪声频谱吻合度低，氢燃料电池发动机振动产生的结构噪声未对乘客舱内噪声产生明显影响，两者相关性低。

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.
[3]张巍.燃料电池客车尾排消声器声学性能优化[J].电声技术，2021，45（1）：4-9.