

文章编号: 1006-1355(2014)02-0063-03

电动汽车和燃油汽车的噪声特性对比

秦 勤¹, 肖伟民², 蒋从双³, 张 斌¹

(1. 北京市劳动保护科学研究所, 北京 100054;
2. 国家环境保护城市噪声与振动控制工程技术中心, 北京 100054;
3. 环境噪声与振动控制北京市重点实验室, 北京 100054)

摘要: 许多城市引入了电动汽车作为出租车和公交车。以电动汽车和燃油汽车为研究对象, 通过实测数据, 分析比较小型电动汽车、小型汽油车以及电动公交车、柴油公交车在不同行驶速度下的最大A声级及频谱特性。为城市交通噪声污染防治提供数据参考。

关键词: 电动汽车; 噪声; 最大A声级; 频谱

中图分类号: X839

文献标识码: A

DOI编码: 10.3969/j.issn.1006-1355.2014.02.014

Comparison of Noise Characteristics of Electric and Fuel Vehicles

QIN Qin¹, XIAO Wei-min², JIANG Cong-shuang³, ZHANG Bin¹

(1. Beijing Municipal Institute of Labor Protection, Beijing 100054, China;
2. State Environmental Protection Engineering Center for City Noise & Vibration Control, Beijing 100054, China
3. Beijing Key Laboratory of Environmental Noise and Vibration Control, Beijing 100054, China)

Abstract: Electric vehicles have been serving as taxis and public buses in many cities. In this paper, the electric and fuel vehicles are studied. Analysis and comparison of the maximum A-weighted sound level and spectrum of the electric and fuel cars and buses at different speeds are provided. This work offers some references for the prevention of urban transport noise.

Key words: acoustics; electric vehicles; noise; maximum A-weighted sound level; spectrum

近年来电动汽车以其新能源, 低污染的特点越来越受到关注, 北京、杭州、天津等许多城市引入了电动汽车作为城市出租车或公交车。本项研究以小型5座电动车和电动公交车为对象, 旨在取得两类电动汽车的噪声特性, 并与燃油车辆进行对比。为城市交通噪声污染防治提供数据参考。

1 实验过程

本项研究参照《汽车加速行驶车外噪声限值及测量方法》、《声学 机动车辆定置噪声测量方法》^[1, 2]标准要求, 分别对4种车辆在匀速、加速不同状态下

的车辆经过时最大A声级及频谱进行测量。测点分布如图1。测点布置在离地面高1.2 m, 距行驶中心线7.5 m处, 传声器应垂直指向被测车辆, 测量仪器B&K 2250环境噪声分析仪。测试路面为沥青混凝土结构。被测量车辆主要基础数据见表1。

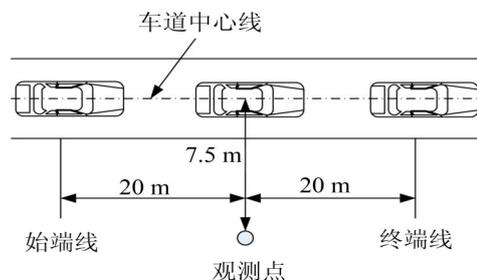


图1 测量点位示意图(单位:m)

收稿日期: 2013-04-10

项目基金: 北京市科学技术研究萌芽项目“电动汽车噪声特性研究”和创新工程项目

作者简介: 秦 勤(1980-), 女, 满族, 内蒙古赤峰市, 硕士, 目前从事环境噪声研究。

E-mail: qin-qinchrissey@hotmail.com

2 实验数据

2.1 最大A声级值

小型车辆匀速、加速行驶经过测点时最大A声

表1 测试车辆的主要基本参数

参数	小型车		公交车	
	电动	汽油	电动	柴油
长(mm)	4 533	4 747	11 645	11 980
宽(mm)	1 705	1 820	2 545	2 532
高(mm)	1 520	1 440	3 370	2 924
整备质量(kg)	1 560	1 444	14 750	11 700
轴距(mm)	2 600	2 700	5 800	5 900

级随速度变化关系。如图2所示。

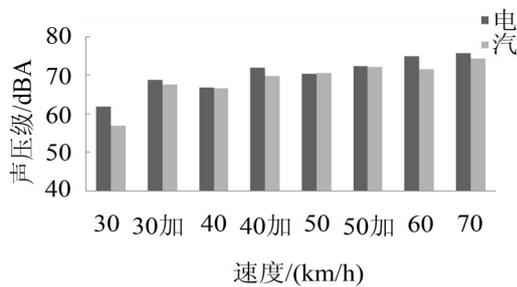


图2 小型车最大A声级

公交车匀速、加速行驶经过测点时最大A声级随速度变化关系。如图3所示。

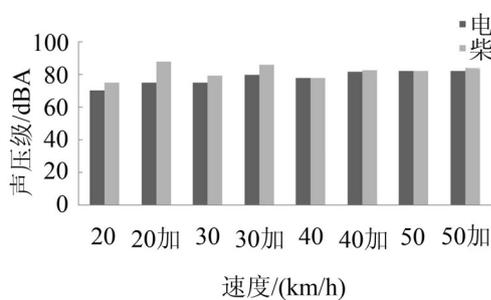


图3 公交车最大A声级

2.2 频谱特性

小型车匀速、加速行驶经过测点时最大A声级频谱随速度变化关系。如图4—5所示。

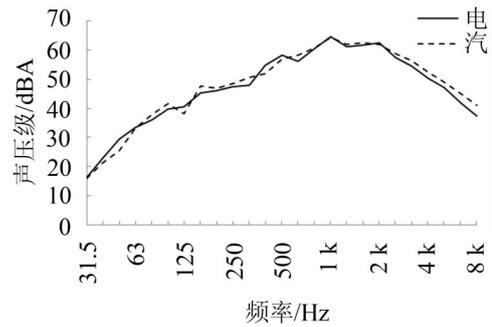
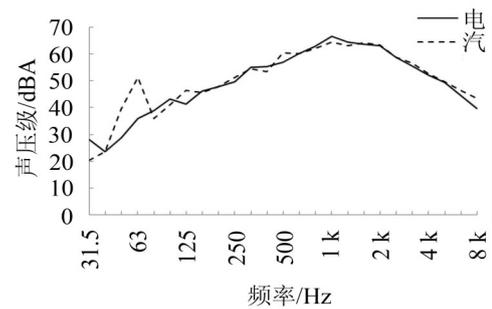
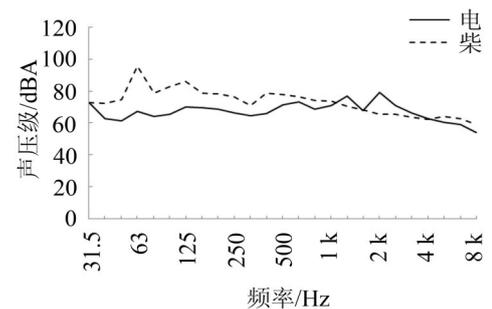
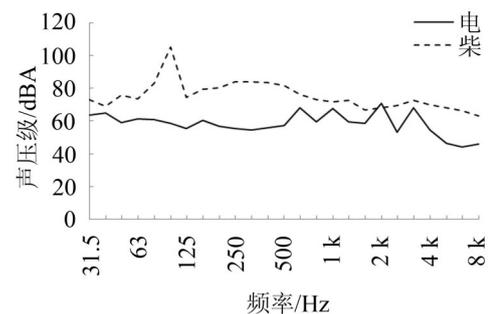
公交车匀速、加速行驶经过测点时最大A声级频谱随速度变化关系。如图6—7所示。

3 数据对比及原因分析

3.1 数据对比

通过对实测数据进行分析,可以看出:

(1) 在30 km/h、60 km/h、70 km/h匀速行驶状态下,小型电动车经过测量点的最大A声级数值比汽油车辆高1~5 dB;在40 km/h、50 km/h匀速行驶状态下,小型电动车经过测量点的最大A声级数值与

图4 小型车50 km/h匀速行驶 L_{Amax} 频谱图图5 小型车50 km/h加速行驶 L_{Amax} 频谱对比图图6 公交车50 km/h匀速行驶 L_{Amax} 频谱对比图图7 公交车20 km/h加速行驶 L_{Amax} 频谱对比图

汽油车辆接近变化不明显;在加速行驶状态下,小型电动车经过测量点的最大A声级数值比汽油车辆高1~2 dB;

(2) 在20 km/h、30 km/h匀速行驶状态下,柴油公交车最大A声级数值比电动公交车高4~5 dB;在40 km/h、50 km/h匀速行驶状态下,两类公交车最大A声级数值接近变化不明显;在20 km/h、30 km/h加速行驶状态下,柴油公交车最大A声级数值比电动

公交车高7~12 dB;在40 km/h、50 km/h加速行驶状态下,柴油公交车最大A声级数值比电动公交车高2~3 dB;

(3)在匀速、加速行驶状态下,小型电动汽车、汽油车噪声能量主要集中在500~4 000 Hz频段范围内;汽油车辆在63 Hz左右存在明显的峰值。

(4)在匀速、加速行驶状态下,电动公交车噪声能量分布相对比较平均,主要集中在500~4 000 Hz的中高频段,有2~3个明显的峰值,例如车辆以50 km/h速度匀速行驶时在500 Hz、1 000 Hz、2 000 Hz处出现明显峰值;柴油公交车噪声主要集中在63~800 Hz中低频段范围内,低频段63~80 Hz左右存在一个最大峰值。

3.2 原因分析

汽车噪声主要来源发动机噪声、轮胎噪声、排气噪声等几方面。汽车在低速行驶时主要噪声源为发动机噪声,高速匀速行驶时主要噪声源为轮胎噪声。

电动车和普通燃油车发动机原理不同,电动车电机噪声主要有:电磁噪声、机械噪声与空气动力噪声组成。

电磁噪声是电动汽车噪声的主要噪声源。电磁波使定子铁心产生振动变形的径向分量是电磁噪声的主要来源,使齿根部弯曲产生局部变形的切向分量是电磁噪声的次要来源。当径向电磁力波与定子的固有频率接近时,就会引起共振,使振动与噪声大大增强。电机在运行时,气隙磁场是一个旋转的力波,其产生的电磁力是交变的。气隙磁场中除了主磁通外,还有多次的谐波分量。它们的频率往往与齿、槽数成倍数关系。因此电磁噪声中有2倍于电源频率的主磁通引起的噪声外,主要是谐波磁通产生的频率较高的噪声。机械噪声主要是指电机运转时产生的轴承噪声,转子系统不平衡力产生的振动及噪声。机械噪声是任何运动件无法避免的噪声,在汽车电机中,它与电磁噪声紧密相关。因为一旦有结构振动,就会影响电磁场;同时由于电磁力的存在也会改变结构件的振动频率和幅值。机械噪声一般随转速和负载电流的增大而增大,在高速情况下成为电机噪声的主要部分,包括轴承、电刷和结构共振引起的噪声。空气动力噪声是由随轴旋转的冷却风扇造成空气流动形成的噪声^[3]。

电动车电机主要噪声频段随着转速和转矩改变而不同,在低速低转矩(800 r/min, 200 N·m)时620 Hz、2 500 Hz、4 900 Hz、9 450 Hz、9 900 Hz、15 000 Hz,在低速高转矩(800 r/min, 8 500 N·m)主要频段为635 Hz、2 450 Hz、5 000 Hz、9 300 Hz~10 500

Hz、10 000 Hz、15 000 Hz,在额定转速额定转矩(2 000 r/min, 477 N·m)时为1 100 Hz~1 500 Hz、2 600 Hz,在高速低转矩(4 000 r/min, 50 N·m)时为2 250 Hz~3000Hz、4500 Hz,在高速高转矩(4 000 r/min, 220 N·m)为1 800 Hz~3 000 Hz、7 500 Hz^[4]。小型汽车轮胎噪声主要集中在500~2 000 Hz,与电动车电机主要噪声频段重合,这是小型电动车在低速、高速匀速行驶状态及加速行驶状态最大A声级值比小型汽油车略高的主要原因之一。

据统计,发动机噪声约占重型车通过噪声的60%左右^[5]。本次实验被测柴油公交车发动机基频噪声在30 km/h匀速行驶状态最大A声级达93 dB(80 Hz),电动公交车最大A声级值为66 dB(1250 Hz);20 km/h加速行驶状态下柴油公交车的最大A声级达104 dB(100 Hz),电动公交车最大A声级值为70 dB(2 000 Hz),柴油公交车主要噪声频段集中且峰值高,而电动公交车噪声分布相对平均,峰值多而低。导致电动公交车在低速匀速行驶状态及加速行驶状态的最大A声级比柴油公交车低。

4 实验结论

电动汽车与普通燃油汽车相比具有无排气噪声,无定置噪声污染的优点。本次实验中小型电动车与汽油车噪声污染水平相当;电动公交车比柴油公交车噪声污染水平低4~12 dB。

目前我国很多城市道路交通拥堵情况日益严重,道路平均车速低、燃油公交车噪声级大以及公交车频繁停站一起步的行驶特性,导致燃油公交车噪声污染问题非常严重。与柴油公交车相比电动公交车具有噪声级低且具有中高频特性的优点,而且在低速行驶及加速行驶状态下电动公交优势更加突出,如若全部使用电动公交车将大大降低公交车噪声污染水平,有利于改善道路周边区域的声环境质量。

参考文献:

- [1] GB1495-2002, 汽车加速行驶车外噪声限值及测量方法[S].
- [2] GB T 14365-1993, 声学 机动车辆定置噪声测量方法[S].
- [3] 王再宙,等. 电动汽车用电机噪声分析和降噪方法初探[J]. 微电机, 2006, 39(7): 62-63.
- [4] 张春香,等. 纯电动汽车用电动机系统噪声频谱特性实验研究[J]. 微电机, 2009, 42(4): 73-74.
- [5] 运伟国. 重型卡车重要噪声源分析与降噪方法研究[J]. 汽车科技, 2011, 7: 52-55.