

不同类型地铁车站站台对车辆辐射噪声的影响

汤晏宁 高 阳 郭伟强

(中车长春轨道客车股份有限公司, 130062, 长春 // 第一作者, 高级工程师)

摘 要 在不同类型地铁车站站台对静置车辆的辐射噪声进行测试, 分析其噪声特性, 研究不同类型结构站台对噪声特性的影响, 提出车站站台声学环境优化的建议。

关键词 地铁车站; 站台; 车辆; 辐射噪声

中图分类号 X839.1; U231.4

DOI: 10.16037/j.1007-869x.2021.06.012

Influence of Different Types of Metro Station Platform on Vehicle Noise Emission

TANG Yanning, GAO Yang, GUO Weiqiang

Abstract Tests of noise emission of standstill vehicles on different types of metro station platforms are carried out. By analyzing noise characteristics, influence of different types of platform structures on noise characteristics is studied and suggestions for station platform acoustic environment optimization are proposed.

Key words metro station; platform; vehicle; noise emission

Author's address CRRC Changchun Railway Vehicles Co., Ltd., 130062, Changchun, China

地铁车站是一种半封闭式的建筑。随着地铁客流量的增加, 车站的车流密度越来越大, 这就导致站台内噪声较大。如果乘客及车站工作人员长期在这种噪声环境下工作, 必将危害其健康。

本文通过研究静置在不同类型地铁车站的车辆辐射的噪声特性, 重点分析岛式站台与 3 种侧式站台对车辆辐射噪声的影响, 并提出站台内环境声学优化建议, 可为基于声学设计的地铁车站站台结构设计提供参考依据。

1 地铁车站站台的典型结构断面

1.1 岛式站台

岛式站台, 又名中置式站台或中央站台。该站台设计为路轨在两旁, 站台被夹在中间。其特点是占地面积小、较易于监控、乘客换乘方便。

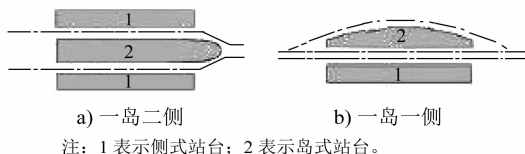
1.2 侧式站台

侧式站台, 又称岸式站台, 常因成对使用而又

称为相对式站台或对向式站台。该站台设计为轨道在中央、站台在左右两侧, 是最常见的站台形式之一。相较于岛式站台, 侧式站台具有面积不受轨道限制的优点, 因此只要周边环境许可, 站台无需更动现有轨道即可进行扩建。

1.3 混合式站台

混合式地铁车站站台(见图 1)即在一个车站同时设有岛式站台和侧式站台, 以方便乘客通行。其特点为造价高、管理复杂。



注: 1 表示侧式站台; 2 表示岛式站台。

图 1 混合式地铁车站结构示意图

2 不同类型车站站台的声学测试

为了研究不同类型地铁车站站台结构对车辆辐射噪声的影响, 分别在 3 种典型结构站台内进行静置车辆的辐射噪声特性测试, 并分析不同类型车站站台对噪声特性的影响。

2.1 声学测试工况

某地铁车辆静置于不同类型结构的车站站台内, 且车辆所有的辅助设备均正常工作; 测试环境为夜间, 所有车辆停运, 无任何声学测试的干扰因素。两测点距离站台边缘 1.8 m, 其中测点 1 靠近空压机, 用来采集稳态信号。通过分析两测点等效连续声压级 $L_{Aeq,t}$ 的特性, 可对比不同类型站台的车辆噪声辐射特性。测点布置如图 2 所示。



图 2 车辆静置在站台的噪声测试测点布置

2.2 地面开放式岛式站台内车辆辐射噪声测试结果分析

测试的站台为地面开放式岛式站台,乘客通行区为中间岛式区域,岛的两侧为车辆行驶区间,如图 3 所示。



图 3 地面开放式岛式站台内车辆辐射噪声测试

对岛式站台内静置车辆的辐射噪声进行测试,得到测点 1、2 的等效连续声压级平均值,分别为 67 dB(A)和 66 dB(A)。测点噪声频谱特性见图 4。

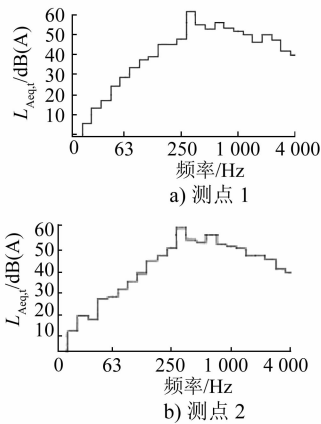


图 4 岛式站台不同测点噪声频谱特性

2.3 侧式站台内车辆辐射噪声测试结果分析

2.3.1 地下密闭式侧式站台(空间狭小)

测试的站台为地下密闭式侧式站台(见图 5)。站台两侧空间狭小,存在立柱;站台顶部结构表面连续不间断,具有声反射特性;乘客通行区为单侧站台区域,中间为车辆行驶区间。



图 5 地下密闭式侧式站台(空间狭小)

对地下密闭式侧式站台内的车辆辐射噪声进

行测试,得到测点 1、2 的等效连续声压级平均值,分别为 71 dB(A)和 70 dB(A)。测点噪声频谱特性见图 6。

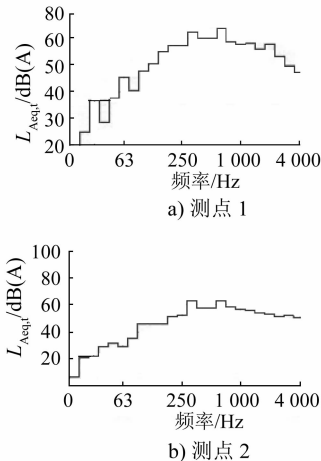


图 6 空间狭小地下密闭式侧式站台不同测点噪声频谱特性

2.3.2 地下密闭式侧式站台(空间开阔)

测试的站台为地下密闭式侧式站台(见图 7)。站台内举架较高,空间相对开阔,无立柱;站台顶部结构为非连续表面,存在空隙间隔,具有声反射特性;乘客通行区为单侧站台区域,中间为车辆行驶区间。



图 7 地下密闭式侧式站台(空间开阔)

对空间开阔的地下密闭式侧式站台内的车辆辐射噪声进行测试,得到测点 1、2 的等效连续声压级平均值,分别为 70 dB(A)和 69 dB(A)。测点噪声频谱特性见图 8。

2.3.3 地面开阔式侧式站台

测试的地面侧式站台为地面开阔式结构(见图 9)。该站台空间较大,站台另一侧为自由场;乘客通行区为单侧站台区域,中间为车辆行驶区间。

对地面侧式站台内车辆辐射噪声进行测试,得到测点 1、2 的等效连续声压级平均值,分别为 68 dB(A)和 67 dB(A)。测点噪声频谱特性见图 10 所示。

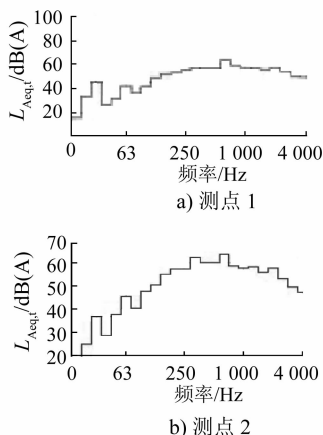


图 8 空间开阔地下密闭式侧式站台不同测点噪声频谱特性



图 9 地面侧式站台结构

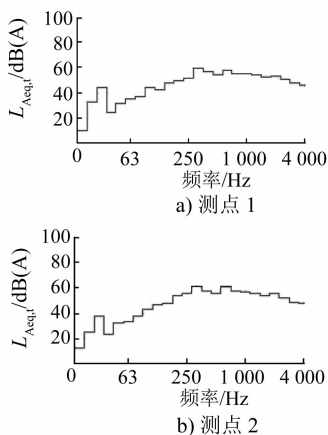


图 10 地面侧式站台不同测点噪声频谱特性

从以上测点的 $L_{Aeq,t}$ 测试结果可知,由于密闭式站台的结构特点导致站台的混响效果严重,使得该站台的噪声水平在全频段范围内都有所增加,尤其在中高频段噪声能量更为集中,导致密闭式站台的声学环境相对要差。

另外,由测试结果可知,站台内噪声主要集中在 250~800 Hz 频段,且同一车辆辐射的噪声水平在不同类型站台内存在 1~5 dB(A) 的差别,不同频

段上的声压值也存在差异。因此,有必要对站台内现有的吸声材料进行组合和重新设计,以改善密闭站台的声学环境。

GB 14227—2006《城市轨道交通车站站台声学要求和测量方法》未对城市轨道交通车站站台的环境噪声限值进行规定。因此,本文继续沿用 GB 50157—2013《地铁设计规范》中的规定:“在没有列车运行的条件下,车站站台、站厅环境噪声等效声级不得超过 70 dB(A)。”因此,通过分析可知,地下密闭式站台内停置车辆存在导致站台声学环境不符合 GB 50157—2013《地铁设计规范》中规定的风险。

3 地铁车站站台的声学环境优化建议

通过以上测试及其分析可知,不同类型结构的车站站台,对车辆辐射噪声特性的影响是不同的。

1) 无论是岛式结构还是侧式结构站台,地面开放式站台更有利于车辆辐射噪声的传播,且在很大程度上能够减小对车站站台环境的噪声污染。

2) 对于地下封闭式侧式结构站台,站台空间大小以及站台建筑是否设置吸声材料,对车辆辐射噪声能量有很大影响。尤其在轨行区各个壁面和站台公共区的顶棚等壁面进行吸声处理,如安装吸声板、穿孔板,以及使用多孔材料等,可以减少车辆辐射噪声进入到站台公共区。吸声处理如图 11 所示。另外,当吸声材料均匀布置时,对声音的衰减作用会有所增强,因此,在进行吸声材料布置时应考虑该因素的影响。

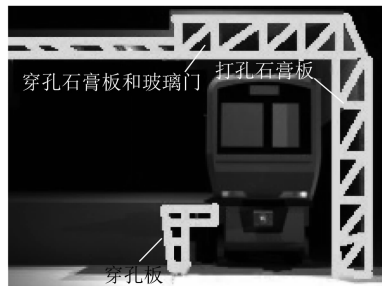


图 11 站台结构吸声体的设置

3) 根据长空间的声学理论可知,如果长空间延长向壁面对声音产生的扩散作用比较强,那么相应地在长空间声场中声音延长向的衰减作用就越明显。因此,在地铁车站站台中,合理设置扩散体不但可以避免空间中可能出现的声缺陷,通过对延长向墙面设置扩散体还可以对站台内噪声进行一定的控制。

(下转第 59 页)

受的正压峰值为 1 850 Pa, 负压峰值为 1 640 Pa。

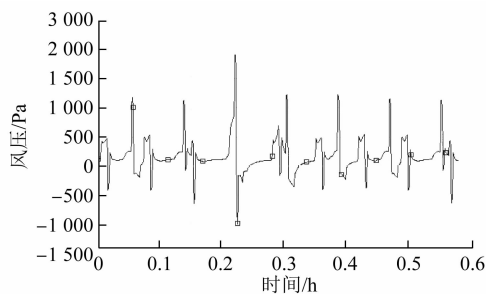


图 12 工况 2 下车站站台门的压力峰值

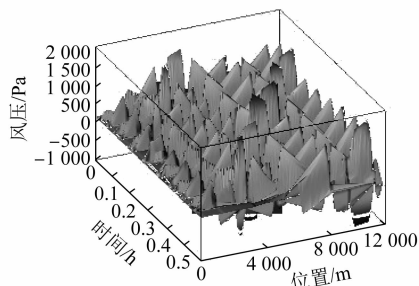


图 13 工况 3 下的风压-位置-时间三维模拟图

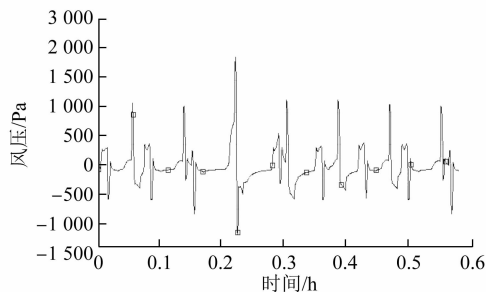


图 14 工况 3 下车站站台门的压力峰值

5 结语

综上所述,采用 IDA tunnel 以及 ThermoTun 软

件对美兰机场地下车站进行建模计算,其模拟结果与实测结果在可达到的精度范围内基本一致。因此,对北京城际铁路联络线地下车站风压数值的模拟结果也具有一定的参考价值。建议如下:

1) 城际列车以 200 km/h 的速度通过车站时,为避免站内压力变化、列车风及活塞风等影响,提高站内乘客候车舒适性,以确保站内乘客生命安全,车站应设置全封闭站台门^[7]。

2) 正线临靠站台时,站台门设置考虑一定的退台距离,这对正线隧道的压力峰值和压力波动较为有利。

3) 结合土建规模及目前站台门承压能力,当城际列车的车速为 200 km/h 时,建议站台门退台 1.2 m。

4) 站台门的设计风压还应考虑一定的安全系数。

参考文献

- [1] 赵有明,马伟斌,程爱军,等. 高速铁路隧道气动效应[M]. 北京:中国铁道出版社,1912: 87-89.
- [2] 国家铁路局. 高速铁路设计规范:TB 10621—2014[S]. 北京:中国铁道出版社,2016: 81.
- [3] 韩华轩. 屏蔽门对高速铁路地下车站气动效应影响的研究[J]. 铁道标准设计,2008(增刊): 108.
- [4] 吴培浩. 地铁屏蔽门风压实测研究[J]. 城市轨道交通研究,2006(6): 57.
- [5] 陈赤坤. 美兰机场地下车站隧道气动效应及缓解措施[J]. 高速铁路技术,2011(6): 269.
- [6] 邓国勇. 谈隧道风压对站台门关门的影响及应对措施[J]. Technology Forum,2017(5): 342.
- [7] 张成爽. 城际列车地下车站站台门系统比选与通风研究[D]. 成都:西南交通大学,2013: 69.

(收稿日期:2019-06-03)

(上接第 54 页)

4) 根据最新研究表明,新建地铁车站站台越来越多地考虑声学需求,除建筑上考虑安装吸声体外,还在站台公共空间壁面进行吸声处理,如喷涂具有吸声性能的涂料、在等候座椅表面铺设吸声面料等,这都将有效吸收车辆辐射的噪声能量。站台内仅铺设整体吸声天棚,与未进行吸声处理的老式站台相比,其噪声水平可至少降低 5~10 dB(A)。另外,站台屏蔽门可对车辆辐射噪声降低 5~6 dB(A)。

参考文献

- [1] 王四德,张春华,彭占辉,等. 地铁车站站台噪声限值及其测量方法的研究[J]. 铁道劳动安全卫生与环保,1990(4): 1.
- [2] 郑晋丽. 地铁列车噪声标准和车站站台噪声限值[J]. 地下工程与隧道,1997(10): 38.
- [3] 席天宇. 中国城市地铁站声环境设计策略研究[D]. 哈尔滨:哈尔滨工业大学,2008.
- [4] 刘茜,史聪灵,伍彬彬,等. 城市轨道交通站台噪声测量研究[J]. 中国安全生产科学技术,2017(11): 143.

(收稿日期:2019-06-13)