

中低速磁悬浮交通噪声研究

段传波[†] 张 辉 朱妍妍 秦 勤

(北京市劳动保护科学研究所 北京 100054)

摘要 使用多通道噪声分析系统,对中低速磁悬浮列车运行时产生的噪声进行信号采集及分析,取得其传播规律、频谱等特性,并与普通轮轨噪声进行对比。研究结果表明,中低速磁悬浮列车运行时相对于普通轮轨噪声较低,就声环境保护角度而言具有较大的优势。

关键词 中低速磁悬浮, 轮轨, 多通道噪声分析系统, 城市轨道交通

Noises of middle-low-speed maglev vehicles

DUAN Chuan-Bo ZHANG Hui ZHU Yan-Yan QIN Qin

(Beijing Municipal Institute of Labour Protection, Beijing 100054)

Abstract Multi-channel noise analysis systems are used to obtain the noise properties of the middle-low-speed maglev vehicles, including the noise propagation property and the spectrum property. It is shown that the middle-low speed maglev vehicles used for city transportation has advantage over the wheel-rail as far as sound environment protection is conserved.

Key words Middle-low-speed maglev, Wheel-rail, Multi-channel noise analysis system, City rail traffic

1 引言

中低速磁悬浮作为一种新兴的城市轨道交通技术,时速一般控制在100km/h以内,与高速磁悬浮相比,更加适用于城市轨道交通。日本拥有比较成熟的中低速磁悬浮技术,于1990年建设了长度为1.5km的试验线,且已在名古屋开通了一条8.9km长的中低速磁悬浮商业运营线。目前,我国的中低速磁悬浮技术发展日趋成熟,走在了本领域研究的

前列,已经达到了商业运营的技术水平。但是应该看到,目前尚缺乏相应的中低速磁悬浮交通噪声的研究,对其在噪声排放方面的特性及与普通轮轨列车噪声相比较的情况,尚缺乏相应的研究成果支持。

磁悬浮交通系统由于列车与导轨没有直接接触,不会产生轮轨噪声。主要噪声包含推进及辅助设备噪声、机械/结构辐射噪声、气流噪声等,因此低速运行的磁悬浮列车辐射的声级较低^[1]。大多研究者仅对高速磁悬

2009-09-28 收稿; 2010-02-04 定稿

作者简介:段传波(1977-),男,山东莒南人,助理研究员,研究方向:环境噪声与振动控制。

张辉(1981-),男,助理研究员。

朱妍妍(1980-),女,助理研究员。

秦勤(1980-),女,助理研究员。

[†]通讯作者:段传波, E-mail:duanqb@126.com

浮与普通轮轨噪声的对比进行了较为详细的研究^[2]。在高速磁悬浮列车噪声研究中国内外多采用实测方式进行, 对列车运行时产生的噪声对沿线敏感建筑的影响进行分析^[3], 测试方法多采用多通道仪器对轨道不同距离处噪声信号进行同时采集分析^[4]。美国交通部对 TR08 型磁悬浮列车产生的噪声进行了详细的测试与分析, 但主要结果均针对 100km/h 以上速度给出。

本项研究以唐山建成的国产中低速磁悬浮试验段列车运行所产生噪声为研究对象, 以多通道声信号采集分析系统作为主要仪器, 从传播规律、频谱特性等方面进行全面研究, 并与城市普通轮轨交通噪声进行对比。旨在取得中低速磁悬浮这一新兴城市轨道交通方式产生的噪声特性, 为城市轨道交通形式的选择及中低速磁悬浮技术实际应用中产生噪声的控制措施研究提供基础依据。

2 研究方法

在中低速磁悬浮技术试验线路的平面段与上坡段分别设置实验数据采集断面, 断面设置处均为开阔土地面, 无建筑树木等存在, 断面上距轨道 7.5m、15m、30m、60m 分别设置采集点。4 组由 BSWA201 型 I 级传声器和 BSWA211 型前置放大器组成的声信号采集系统分别置于各采集点, 传声器均位于轨顶水平面上方 1.5m 高度处, 采集的声信号经由信号线传入 LMS SCM01 型多通道声信号采集分析系统, 由 LMS Test Xpress 软件进行信号分析与处理。具体的数据采集点布设如图 1 所示。

以北京 13 号线地铁作为城市轨道交通普通轮轨对比对象, 在轨道边开阔土地面的区段采用与中低速磁悬浮列车噪声实验研究

中相同的实验方案获得普通轮轨列车运行时产生的噪声特性, 分别就传播规律、频谱特性等进行了对比分析。

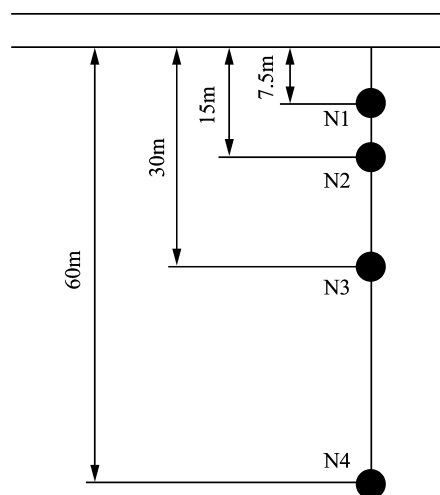
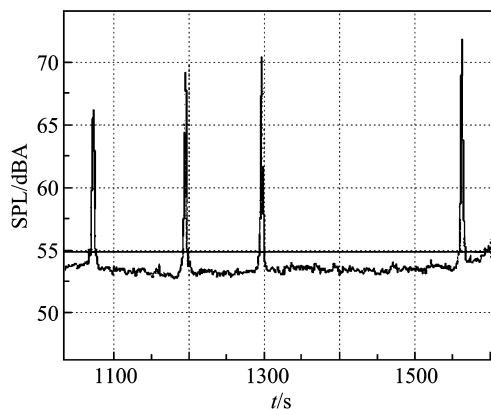


图 1 噪声数据采集点布设示意图

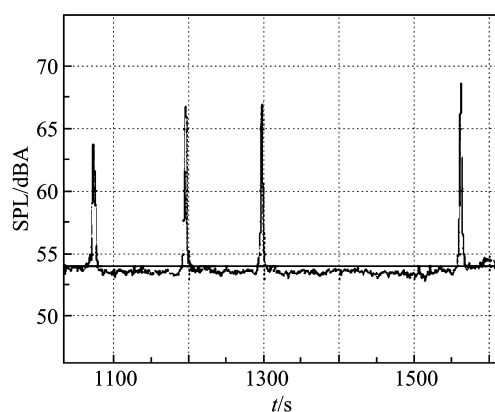
3 结果

3.1 时域测试结果

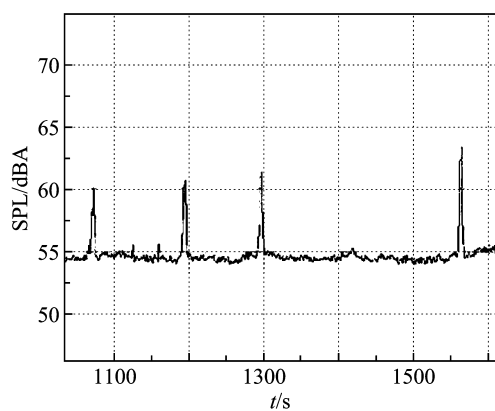
中低速磁悬浮列车噪声信号时域的部分测试结果如图 2 所示, 为进行不同车速下噪声比较, 选取各车速下车头-车尾通过测试断面时间段(图 2 中尖峰)内数据进行分析, 图 2 中 4 个尖峰对应车速分别为 20、40、60、75km/h, 时间段分别取 2.70、1.35、0.90、0.72s。



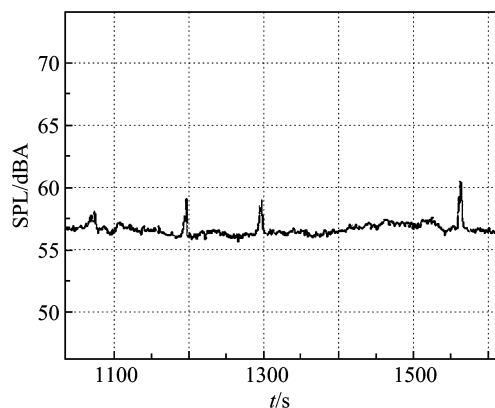
(a) N1 点测试结果 (7.5m 处)



(b) N2 点测试结果 (15m 处)



(c) N3 点测试结果 (30m 处)

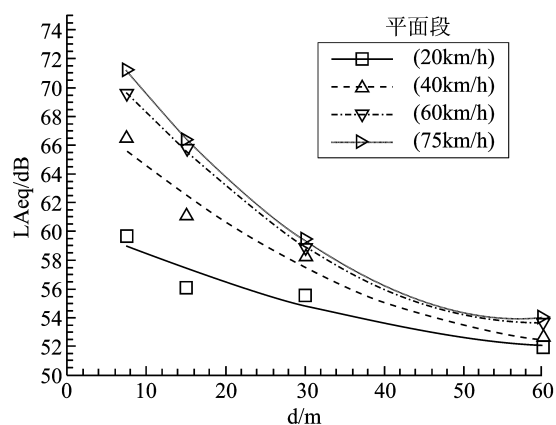


(d) N4 点测试结果 (60m 处)

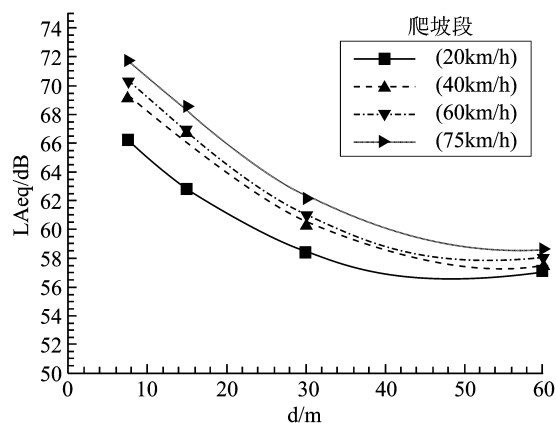
图 2 时域测试部分结果 (爬坡段)

3.2 噪声传播规律测试结果

不同速度下, 取得各测点处的列车通过时间内的等效连续 A 计权声级 (L_{Aeq}), 并以此为根据得到不同速度下列车产生噪声随距离变化的传播规律, 如图 3 所示。



(a) 平面段测试结果

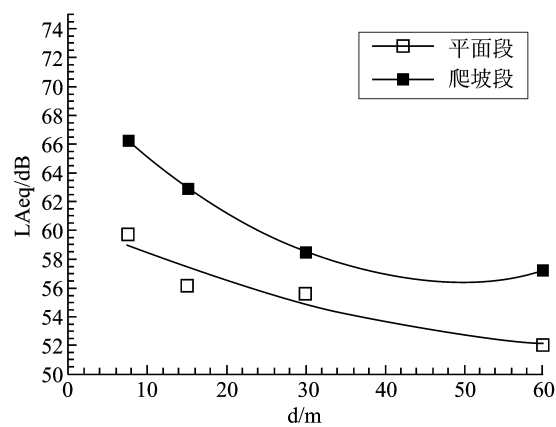


(b) 爬坡段测试结果

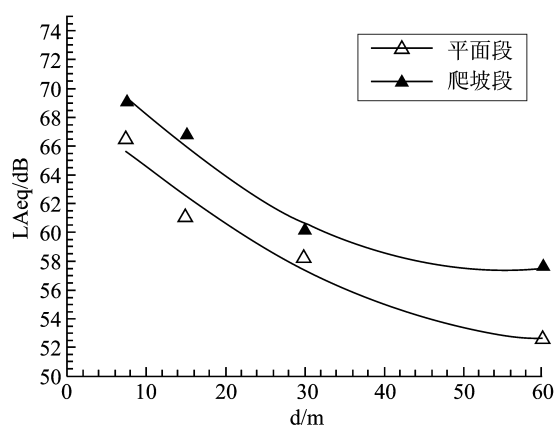
图 3 不同速度下噪声传播规律实验结果
(图中横坐标为测试点位与轨道间距离)

3.3 平面段与爬坡段噪声对比测试结果

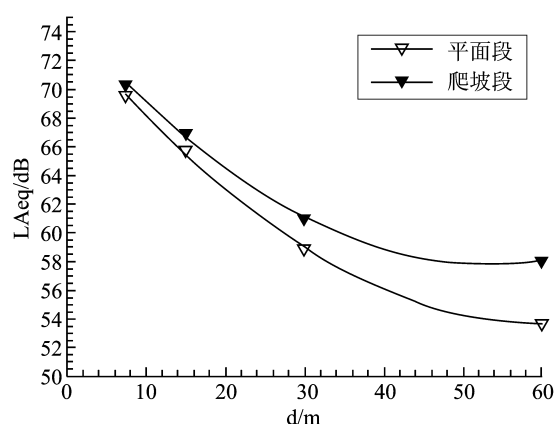
相同速度下, 平面段与爬坡段处噪声对比结果如图 4 所示。



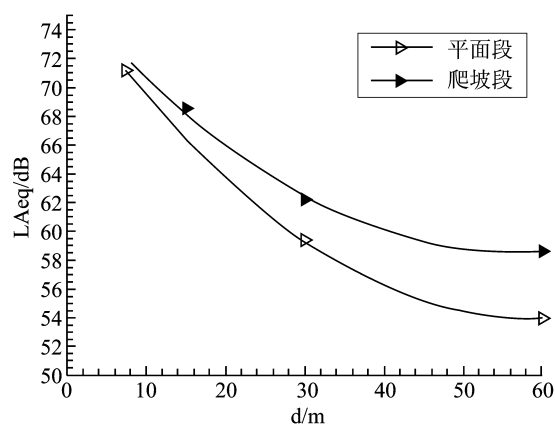
(a) 20km/h



(b) 40km/h



(c) 60km/h



(d) 75km/h

图 4 相同速度下平面段与爬坡段噪声对比

3.4 噪声频谱分析结果

对列车经过时的噪声信号进行频谱分析, 得到中低速磁悬浮列车噪声频谱特性, 城市轨道交通常用运行速度 (60km/h) 时爬坡段处的频谱分析结果如图 5 所示。

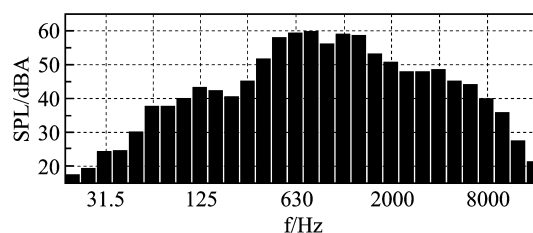


图 5 频谱特性分析 (爬坡段 60km/h)

3.5 中低速磁悬浮列车与普通轮轨列车的噪声性能对比

在相同运行速度 (60km/h) 下, 中低速磁悬浮列车与普通轮轨列车所产生噪声传播规律对比如图 6。

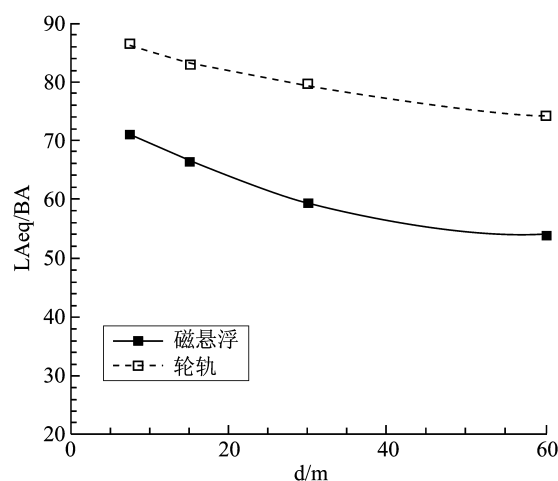


图 6 噪声传播规律对比

在相同运行速度 (60km/h) 下, 在相应测点处 (距轨道 7.5m) 二者所产生噪声频谱分析对比如图 7。

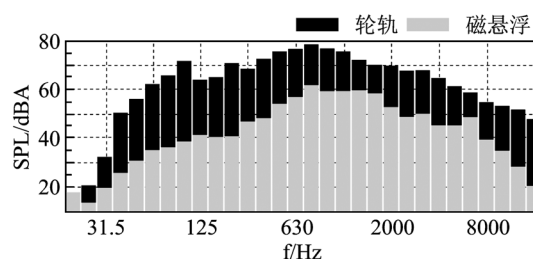


图 7 噪声频谱分析对比 (平面段)

4 结论

(1) 中低速磁悬浮列车在爬坡段运行时

产生的噪声, 高于同速度条件下在平面段运行时产生的噪声, 且速度越低, 这种现象越为明显。

(2) 中低速磁悬浮列车无论在平面段还是在爬坡段运行时产生的噪声, 均随着车速的升高而增加。

(3) 频谱分析结果表明, 中低速磁悬浮在 20~75km/h 速度范围内运行时, 产生的噪声能量主要集中于 500~2000Hz 频段内。

(4) 比较于普通轮轨列车, 在相同速度同样是在平面段运行情况下, 中低速磁悬浮列车运行时产生的噪声远低, 且各频段下噪声均较低。

研究表明, 中低速磁悬浮列车运行

时, 产生的噪声较低, 就声环境保护角度而言, 明显优于普通轮轨系统。

参 考 文 献

- [1] 梁燕, 俞英杰, 葛剑敏, 等. 磁悬浮车辆噪声源及噪声特性分析. 噪声与振动控制. 2007, S1: 46-49.
- [2] Vuchic, Vukan R. An evaluation of Maglev Technology and its comparison with high speed rail. Transportation Quarterly. 2002, 56(2): 33-49.
- [3] 曹勤, 刘砚华. 磁悬浮快速列车环境噪声影响规律初探. 噪声与振动控制. 2007, S1: 96-98.
- [4] 赵跃英, 盛胜我, 刘海生, 等. 磁悬浮列车行驶噪声的测试与分析. 同济大学学报 (自然科学版). 2005, 33(6): 768-771.