

文章编号:1006-1355(2018)03-0120-04

高铁车站候车厅的噪声状况调查

刘培杰

(华南理工大学 建筑学院 亚热带建筑科学国家重点实验室, 广州 510640)

摘要:通过现场测量和主观问卷调查,对8个特大型高铁车站候车厅的噪声状况进行研究,结果表明:人群活动噪声和公共广播被认为是候车厅内的主要噪声源;广播声级与环境声级之差(S/N)'与公共广播清晰度的主观评价有很强的正相关;考虑旅客候车的声舒适度,需要合适的(S/N)',理想的声环境除了保证播音清晰度外,尚需较低的环境噪声级,包括相对较低的公共广播播音声级。

关键词:声学;候车厅;噪声;声舒适度;语言清晰度

中图分类号:TU112

文献标志码:A

DOI编码:10.3969/j.issn.1006-1355.2018.03.022

Investigation of Noise Conditions in Waiting Halls of High-speed Railway Stations

LIU Peijie

(School of Architecture State Key Laboratory of Subtropical Building Science,
South China University of Technology, Guangzhou 510640, China)

Abstract : Noise conditions in waiting halls of high-speed railway stations are investigated through subjective investigations and in-situ measurements of the noise situations of waiting hulls of 8 super-large high-speed railway stations. The results indicate that human activity and broadcast of public address system are the main noise sources in waiting halls. There is a highly positive correlation between the subjective evaluation of speech intelligibility of the public address system and the sound level difference (S/N)' between the broadcast noise level and the environmental noise level. For the sound comfort of passengers, a proper (S/N)' level is necessary. In a word, an ideal acoustic environment requires clear public addressing as well as low environment noise level.

Keywords : acoustics; waiting halls; noise level; sound comfort; speech intelligibility

候车厅内的噪声状况至关重要。原因其一,信噪比(SNR)是影响候车厅公共广播语言清晰度的重要因素^[1-4],噪声的声级水平、频谱特性等将会影响公共广播能否将关键信息清晰准确地传达给每位听者。其二,旅客在人群密集的候车厅内停留,高声级噪声易导致旅客精神紧张,影响其候车舒适度。其三,工作人员在候车厅内工作时间较长,噪声也会对其精神状态产生负面影响,导致身心疲惫,从而降低

工作效率。

候车厅内的声环境已引起研究者的关注。作者对国内8个特大型高铁车站高架候车厅声环境质量开展主观评价调研,初步分析探讨了超大空间的声场问题^[5-7];文献[5]报道了8个候车厅的主观问卷调查结果和2个典型候车厅客观声学参数的现场测量结果,并深入分析主观评价结果和客观声学参数间的关系;文献[6]以其中一候车厅为例,采用现场测量和声场计算机仿真技术,对该候车厅的室内声场参数进行深入分析和讨论;文献[7]分析比较了旅客与工作人员的声舒适度评价结果。辜小安等对高速铁路高架候车厅和线下候车厅声环境进行了现场测量,并提出声环境客观评价指标及其建议值^[8]。尹立军等研究了影响公共广播系统语言清晰度的因素^[9-10],汤旭研究了高架候车厅的降噪方法^[11]。然而

收稿日期:2017-08-20

基金项目:华南理工大学中央高校基本科研业务费专项资金资助项目(2017MS035);亚热带建筑科学国家重点实验室开放课题资助项目(2018ZB21)

作者简介:刘培杰(1979-),男,郑州市人,博士,高级工程师,主要研究方向为建筑声学、环境声学。

E-mail: pjliu@scut.edu.cn

候车厅内的声环境仍需作更深入系统的研究。

本文选择特大型高铁车站候车厅作为研究对象,通过现场声级测量了解噪声特性,同时开展旅客的主观问卷调查,分析候车厅内的客观声级与使用者主观感受之间的关系。

1 研究方法

1.1 研究对象

本文选择8个特大型车站作为调研对象,分别为北京南站(BJN)、上海虹桥站(SHHQ)、广州南站(GZN)、南京南站(NJN)、武汉西站(WHX)、成都东站(CDD)、天津东站(TJD)、天津西站(TJX)。

1.2 主观问卷调查方法

主观问卷设置及调查情况见参考文献10。

1.3 声学测量方法

采用B&K 2250声级计测量A计权等效声级,同时测量1/3倍频程频谱。测点位置选择在旅客坐席区,高度1.0 m。广播声级与环境声级之差用(S/N)表示。

2 声级测量与问卷调查结果

2.1 声级结果分析

从测量的结果来看,候车厅内叠加声级的范围为65.0 dB(A)~78.4 dB(A),环境声级的范围为61.0 dB(A)~67.4 dB(A),公共广播声级的范围为62.8 dB(A)~78.1 dB(A)。图1、图2给出了各候车厅某次测量的公共广播和环境噪声的声压级频谱。

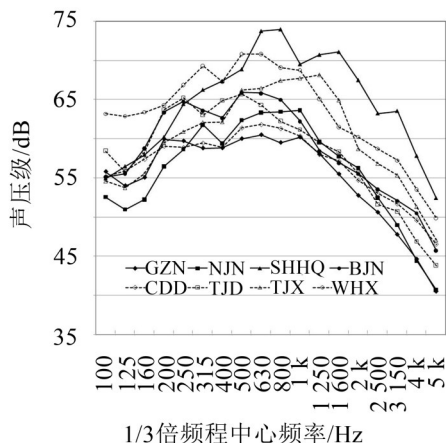


图1 公共广播声压级频谱

各候车厅内广播声级与环境声级之差(S/N)之间相差较大,其中,最小的是GZN,为1.8 dB(A),最大的是WHX,为11.7 dB(A),各候车厅的(S/N)均未超过15 dB(A)。环境声级测量的时间为正常客运时段,未包含长假、春运等客流明显增加的特殊时段,

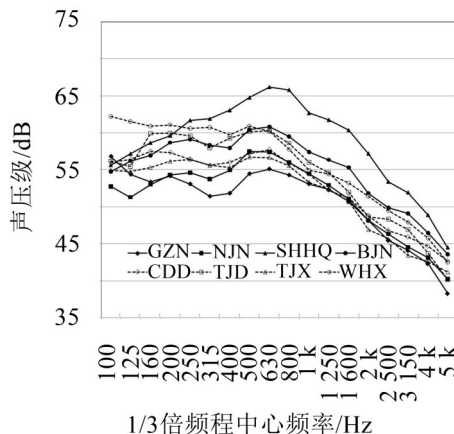


图2 背景噪声声压级频谱

如若在特殊时段,环境噪声声级会明显提高,如果S/N要达到15 dB(A),广播声级要达到76.0 dB(A)~84.1 dB(A),会影响到旅客候车舒适度。各候车厅的广播声级差异较大。

环境声级和公共广播声级均呈现出中频高、低频和高频低的频率特性。二者各个频带的信噪比并不相同,低频段的信噪比较低。这一方面是由于环境噪声的低频成分较高,另一方面,由于候车厅采用以中高音单元为主的扬声器,其低频辐射声级较低。在500 Hz~1 250 Hz的1/3倍频段内信噪比大于10 dB,随着频率的升高,信噪比逐渐减小。

2.2 问卷调查结果

旅客问卷的主观评价得分及以候车厅为变化因素进行单因素方差分析结果见参考文献[10]。

在环境安静程度的评价方面(Q1),CDD、TJX环境较为安静,旅客选择“安静”的百分比分别为58.8%、55.6%,主观评价得分分别为2.38、2.37,在1.5~2.5之间,属于“安静”范围;而SHHQ和TJD环境较为吵闹,旅客选择“吵闹”的百分比分别为58.3%、52.2%,主观评价得分分别为2.84、2.87,在2.5~3.5之间,属于“一般”范围;四个候车厅间的主观评价得分之间存在显著性差异($P < 0.001$)。

在其他噪声对公共广播影响的评价方面(Q2),在WHX、TJD候车厅内,旅客选择“较大影响”和“一般”的百分比之和分别为20.0%、13.0%,主观评价得分分别为4.00、4.13,在3.5~4.5之间,属于“影响不大”范围;而在BJN、GZN、NJN内,旅客选择“较大影响”和“一般”的百分比之和分别为35.9%、44.0%、34.6%,主观评价得分分别为3.36、3.36、3.35,在2.5~3.5之间,属于“影响一般”范围;五个候车厅的主观评价得分之间存在显著性差异($P < 0.001$)。

在公共广播清晰度评价方面(Q4),在WHX、

TJD、SHHQ 候车厅内,旅客选择“很清晰”和“较清晰”的百分比之和分别为 87.5 %、82.6 %、75.0 %,主观评价得分分别为 4.35、4.26、4.05,在 3.5~4.5 之间,属于“较清晰”范围;而在 CDD、BJN、GZN 候车厅内,旅客选择“很清晰”和“较清晰”的百分比之和分别为 61.7 %、63.3 %、57.3 %,主观评价得分分别为 3.68、3.74、3.59,在 3.5~4.5 之间,属于“较清晰”范围;虽然两组候车厅的主观评分均在“较清晰”范围,但是两组候车厅的主观评价得分之间存在显著性差异($P < 0.001$)。

在声环境舒适度评价方面,旅客在各个候车厅的选择较为一致,有 50 % 左右选择“较舒适”,主观评价得分均在 3.5~4.5 之间,属于“较舒适”范围;所有候车厅的主观评价得分不存在显著性差异($P > 0.05$)。

3 分析与讨论

3.1 候车厅安静程度的评价

GZN 的叠加声级、环境声级最低,分别为 65.0 dB(A)、61.0 dB(A),WHX 和 SHHQ 的叠加声级、环境声级最高,分别为 78.4 dB(A)、66.4 dB(A)和 77.9 dB(A)、67.4 dB(A)。从测量结果来看,公共广播声级较高时,环境声级也会有一定程度的提高,可能的原因在于,广播声级较高时,容易引起等候旅客提高语言交流声级。

有趣的是,就 Q1 的主观评价结果而言,不是 GZN 而是 TJX 最安静,但后者客观测量的叠加声级、环境声级分别为 74.9 dB(A)、62.7 dB(A),叠加声级较高,但环境声级处在较低水平。环境噪声级较低 NJN、GZN、CDD 和 TJX,评分较低(分值越低越安静);播音声级较高的 SHHQ、WHX,评分较高,这与约 30 % 旅客认为公共广播系统是干扰噪声源的评价结果相契合。这可能与公共广播与旅客的距离较近有关。值得注意的是,在给定的声级,候车厅之间的主观评价存在不同,这可能是由于候车厅内的拥挤程度、评价主体的声音体验差异(文化、生活方式的差异对声音的容忍度会产生影响)等其它因素引起的。

图 3 比较了声级的主观评价得分与叠加声级、环境声级的趋势关系,声级的主观评价与环境声级之间具有较高的趋同性,即随着环境声级的提高,平均评价得分也较高(吵闹)。声级的主观评价得分也随叠加声级的提高而增加,但趋同性并不明显。

GZN 测得的叠加声级、环境声级最低,分别为 65.0 dB(A)、61.0 dB(A),但其主观评分处于中等水平,主要的原因在于公共广播声压级高于环境声级

仅 1.8 dB(A),旅客听不清楚广播信息而转移注意力到周边的环境噪声干扰,因此偏向选取负面评价;TJD 测得的叠加声级、环境声级处在平均水平,分别为 71.1 dB(A)、65.8 dB(A),但其主观评分最高(最吵闹),一方面的原因和 GZN 相同,公共广播声压级高于环境声级仅 3.8 dB(A);另一方面的原因可能是公共广播与旅客距离较近,且广播声级相对较高。

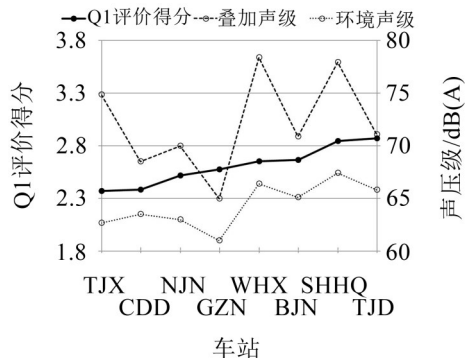


图3 叠加声级、环境声级与Q1的主观评价趋势比较

图4是环境声级与主观评价之间的关系,已做了线性回归。8个候车厅的线性回归的判定系数 R^2 为0.522。

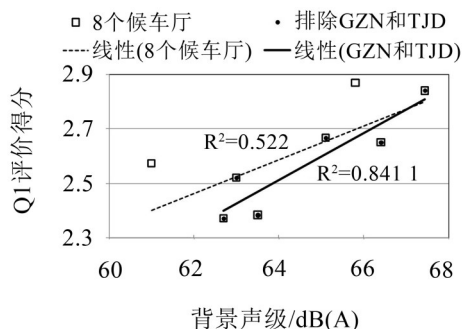


图4 环境声级与Q1的主观评价之间的关系

若排除 GZN、TJD 后,线性回归的 R^2 为 0.841,环境声级和候车厅安静程度的主观评价之间存在很强的正相关($p < 0.05$),随着环境声级的提高,主观感觉越吵闹。这样的趋势关系与人群噪声是主要噪声源的主观评价结果(选择比例超过 60 %)相一致,且测得的环境声级在 61.0 dB(A)~67.4 dB(A)之间,也与人群噪声的声级动态范围相一致。分析结果表明,环境声级是影响旅客评价候车厅声环境安静程度的关键指标。

3.2 公共广播清晰度评价

在公共广播清晰度方面,(S/N)'高的 WHX、SHHQ 与(S/N)'低的 CDD、BJN、GZN 存在显著性差异。值得注意的是,TJX 虽然(S/N)'较高(11.9 dB(A)),但清晰度评价却较低。这是由于该候车厅混

响时间较长,回声严重,掩蔽了播音信号。TJD由于坐席环绕公共广播布置,直达声距离较短,虽然 $(S/N)'$ 较低(3.3 dB(A)),但清晰度评价却较高。

图5是公共广播清晰度的主观评价与 $(S/N)'$ 的关系(排除了TJD和TJX),已做了线性回归。6个候车厅线性回归的 R^2 为0.952, $(S/N)'$ 与公共广播清晰度的主观评价有很强的正相关($p < 0.01$),随着 $(S/N)'$ 的提高,公共广播主观感觉越清晰。

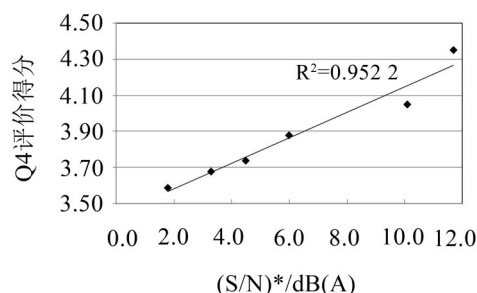


图5 $(S/N)'$ 与Q4的主观评价之间的关系

旅客对公共广播系统播音的清晰度评价得分均在3.5~4.5之间,为“较清晰”级别。这可能的原因有:播报的信息简单、播报内容重复,且具有声调语言(用不同长短、不同高低的声调发同一个语音时会构成不同的语意,如汉语、藏语、越南语等)特性的汉语普通话在混响下较易识别。在WHX对2个候车分区进行细分测量及主观评价, $(S/N)'$ 分别为13.8 dB(A)、9.5 dB(A),主观评分分别为4.37、4.29;在SHHQ对3个候车分区进行细分测量及主观评价, $(S/N)'$ 分别为12.4 dB(A)、10.7 dB(A)、7.0 dB(A),主观评分分别为4.00、3.96、4.04,5个候车分区的 $(S/N)'$ 为7.0~13.8 dB(A),其清晰度的主观评价得分之间并无显著性差异($p=0.497 > 0.05$)。因此,单纯地增加S/N对提高清晰度的效果可能并不明显,反而会提高公共广播系统的播音声级,如播报信息频繁,信息内容较长,会导致候车厅内持续的高声级。考虑旅客候车的声舒适度,需要合适的S/N。

4 结 语

本文对8个候车厅的噪声状况进行现场测量,并同时开展主观问卷调查,结果表明:人群活动噪声

和公共广播被认为是候车厅内的主要噪声源;广播声级与环境声级之差 $(S/N)'$ 与公共广播清晰度的主观评价有很强的正相关;考虑旅客候车的声舒适度,需要合适的 $(S/N)'$;理想的声环境除了保证播音清晰度外,尚需较低的环境噪声级,包括相对较低的公共广播播音声级。研究成果为高铁车站候车厅的声学设计和相关标准的制定提供参考。

参考文献:

- [1] LATHAM H G. The signal-to-noise ratio for speech intelligibility-an auditorium acoustics design index[J]. *Applied Acoustics*, 1979, 12(4): 253-320.
- [2] SOULODRE G A, POPPLEWELL N, BRADLEY J S. Combined effects of early reflections and background noise on speech intelligibility[J]. *Journal of Sound and Vibration*, 1989, 135(1): 123-133.
- [3] JOHNSON E M, FERGUSON S H. Gender and rate effects on speech intelligibility[J]. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 2016, 139(4): 2124.
- [4] VAN SCHOONHOVEN J, RHEBERGEN K S, DRESCHLER W A. Towards measuring the speech transmission index in fluctuating noise: accuracy and limitations[J]. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 2017, 141(2): 818-827.
- [5] 刘培杰,赵越喆,吴硕贤. 特大型高铁车站高架候车厅声环境主客观评价研究[J]. *中国铁道科学*, 2015, 36(2): 111-117.
- [6] 刘培杰,赵越喆,吴硕贤. 特大型高铁车站候车厅建筑声环境分析[J]. *华南理工大学学报(自然科学版)*, 2014, 42(10): 138-144.
- [7] PEIJIE L, YUEZHE Z, SHUOXIAN W U. Acoustic comfort evaluation in oversize waiting halls of high-speed railway elevated stations in China[Z]. 北京, 2014: 1-5.
- [8] 辜小安,王澜. 高速铁路高架车站候车厅声学环境要求的研究[J]. *中国铁道科学*, 2012, 33(4): 120-125.
- [9] 尹力军,叶年发,潘立超,等. 铁路车站大空间混响时间的测试与分析[J]. *铁路计算机应用*, 2013(5): 37-40.
- [10] 叶年发,尹力军,潘立超,等. 铁路车站大空间广播系统清晰度的实验研究[J]. *铁道经济研究*, 2013(Z1): 49-53.
- [11] 汤旭. 高铁高架车站候车厅声场预测及降噪方法研究[D]. 哈尔滨:哈尔滨工业大学,2013.