

南京市地铁噪声影响调查

周宁晖, 喻义勇, 石 勇

(南京市环境监测中心站, 江苏 南京 210013)

摘要: 为了解城市地铁在正常营运时噪声对外部环境的影响, 对南京地铁 1 号线高架段、车厢内和站台上环境声进行了调查。结果表明, 地铁高架段噪声对外环境的影响达到 4 类区标准, 其对声环境的影响明显小于快速道路高架段; 车厢内和站台上的噪声对乘客的影响不容忽视。指出, 地铁高架两侧 100 m 范围内有敏感点的路段应全部设置隔声屏障, 地铁运营部门应提高地铁驾驶人员的技术和责任心。

关键词: 地铁; 噪声; 影响; 南京市

中图分类号: X 827 **文献标识码:** C **文章编号:** 1006-2009(2006)01-0020-03

城市地铁车辆运行通常分为隧道和高架两种通行方式。地铁在缓解城市交通拥堵、方便市民出行的同时, 产生的噪声对两侧声环境产生了影响。南京市环境监测中心站于 2005 年 5 月对南京地铁 1 号线高架段、车厢内和站台声环境进行了调查。

1 调查方法

地铁车辆运行中主要噪声源: (1) 轮轨接触引

起的噪声: 滚动噪声、刺耳尖利的摩擦噪声和通过曲线时的蠕滑噪声; (2) 牵引电动机产生的电动-机械噪声; (3) 非动力系统噪声; (4) 地铁高架桥梁结构振动辐射噪声。

1.1 点位布设

红山高架段、雨花西路高架段和地铁迈皋桥站 3 个测点。地铁高架路段噪声监测点位布设见表 1。

表 1 地铁高架路段噪声监测点位布设

测点编号	测点	测点布设目的	高架桥尺寸	测点位置
1 [#]	红山高架段 (省送变电三公司)	该段高架桥西侧设有隔声屏障, 东侧开阔, 此处背景声低, 测量数据准确, 设 1 个测点	高 8 m, 宽 9 m	于高架东 27 m 处, 与地铁平齐, 距地面 9 m
2 [#]	雨花西路高架段 (鸿雁活动中心)	该段高架两侧均建有隔声屏障, 地铁车辆运行平稳快速, 在办公楼垂直立面上布设 3 个同步测量点, 以了解地铁噪声的垂直分布情况	高 8 m, 宽 9 m	距高架桥水平距离 19.5 m, 1 [#] 点距地面 2 m, 2 [#] 点距地面 15 m, 3 [#] 点距地面 23 m
3 [#]	地铁迈皋桥站 (国澳旅社)	迈皋桥站台两侧未完全封闭, 高约 9 m, 设 1 个测点, 主要监测地铁进站刹车产生的噪声	高 8 m, 宽 9 m	于站台东 57 m 处, 高 11 m, 略高于高架平面

1.2 高架路段噪声评价标准和测量方法

评价标准: 《城市区域环境噪声标准》(GB 3096-1993)。

测量方法: 根据《声学 环境噪声测量方法》(GB/T 3222-1994), 每次测量 20 m in, 为扣除本底噪声, 每个测点使用 2 台同类型仪器同步测量。1[#]连续测 20 m in, 所测值含地铁和其他噪声值(即本底噪声: 如交通、社会等噪声), 2[#]在地铁车辆通过时暂停测量, 驶过后开始测量, 测量值近似为本底值。1[#]测量值按算法减去 2[#]测量值可认定为地铁噪声。

1.3 车厢内和站台噪声测量方法

车厢内噪声: 按各类通行方式对地铁车辆行驶时车厢内噪声监测, 测量时间段是各站之间地铁车辆启动至停止一个过程。

站台噪声: 选择 3 个站台(隧道、高架和终点站各 1 个)监测, 测点设在站台上距地铁约 1 m 处, 每个站台连续测量 4 组地铁车辆进出站噪声。

收稿日期: 2005-11-10; 修订日期: 2005-12-31

作者简介: 周宁晖(1968-), 女, 江苏南京人, 工程师, 大学, 从事环境监测管理工作。

2 结果分析

地铁高架路段噪声监测结果见表 2。

2.1 高架路段噪声监测结果分析

表 2 地铁高架路段噪声监测结果

测量位置	测点	测点高度 h/m	测量时间 t/h	$L_{eq}/dB(A)$			20 min 内通过的列车辆	汽车流量 $Q/(辆 \cdot h^{-1})$			
				总声级(交通、地铁)	背景声(交通)	20 min 内均值(地铁)		总流量	大车	中车	小车
红山高架段 ^①	1#	9	9 42	57.7	48.7	57.1	1南 2北	无			
	1#	9	10 08	58.6	49.9	58.0	1南 1北	无			
	1#	2	14 26	69.2	67.1	65.0	2南 2北	2 700	375	120	2 205
雨花西路高架段 ^②	2#	15		71.1	70.6	61.5					
	3#	23		70.3	69.9	59.7					
	1#	2	15 02	69.3	67.4	64.8	2南 2北	3 006	399	138	2 469
	2#	15		71.1	70.8	59.3					
	3#	23		70.7	70.0	62.4					
地铁迈皋桥站	1#	11	10 20	67.5	66.7	59.8	2进 1出	2 490	210	90	2 190
	1#	11	10 48	67.4	67.1	55.6	2进 2出	2 268	213	75	1 980

① 该段高架有弯道, 南行地铁有刹车声, 北行地铁因即将进站, 速度较慢。② 在 2# 点测量中, 南行地铁通过时最大瞬时值在 76 dB(A) ~ 77 dB(A), 北行地铁车辆通过时最大瞬时值为 74 dB(A) ~ 75 dB(A), 近似于 1 辆卡车声级值, 持续时间约 5 s。

(1) 红山高架段测得地铁噪声 20 min 均值不足 60 dB(A), 环境噪声达 2 类区昼间标准。

(2) 雨花西路高架段垂直方向三个点测得的地铁噪声均值都不超标 65 dB(A), 能达到 4 类区的昼间标准, 且影响小于地面交通。

(3) 迈皋桥站地铁车辆进站时产生的噪声, 在最近的建筑物前声级值不超过 60 dB(A), 刹车时测点处最大值约为 80 dB(A), 其影响明显小于交通噪声。

(4) 在地铁高架段下有地面道路时, 影响小于地面交通噪声; 地铁高架段下无道路时, 对两侧敏感区产生较明显的影响, 但采取措施后, 附近声环境能达到相应标准。

(5) 实地测量中发现, 对附近居民影响最大的是高频刹车声和地铁高架桥梁结构振动辐射的低频噪声, 两类噪声防治均有相当难度。

2.2 与快速道路高架段噪声的比较

城西干道是南京市快速道路的典型代表, 其高架桥交通噪声同样带来了环境问题。于 2004 年在虎踞北路高架段进行了 24 h 交通噪声连续测量, 所设 4 个同步测点位于一条垂直线, 高度分别为 1.2 m、9 m、15.9 m、22.6 m, 垂线距慢车道 8.5 m, 高架桥高 13 m, 宽 16 m, 为双向 4 车道, 地面路宽 32 m, 为双向 6 车道。

地铁雨花西路段测点距高架桥水平距离约 20 m, 而城西干道测点距快车道水平距离约 10 m,

根据线声源理论衰减公式, 忽略其他因素, 粗略计算出城西干道同等距离的理论推算值, 以便比较。在地铁雨花西路段已建成声屏障, 噪声能量被部分阻隔。地铁高架段与快速道路高架段噪声值比较见表 3。

表 3 地铁高架段与快速道路高架段噪声值比较

地点	测量时间 t/h	测点	测点高度 h/m	噪声		车流量 $Q/(辆 \cdot h^{-1})$
				测量值 $L_{eq}/dB(A)$	理论推算值 $L_{eq}/dB(A)$	
地铁高架段	14: 26	1#	2	65.0		12 (地铁)
		2#	15	61.5		
		3#	23	59.7		
快速道路高架段	14: 00	1#	1.2	74.0	71.0	7 298 (汽车)
		3#	15.9	76.2	73.2	
		4#	22.6	76.3	73.3	

由表 3 可见, 地铁高架段对声环境的影响明显小于快速道路高架段, 与声屏障的降噪贡献有关。

2.3 车厢内噪声监测结果分析

(1) 各站之间因地形不同, 即使同类通行条件, 声级波动范围也不同。隧道内通行时因墙壁反射, 噪声扩散条件明显劣于高架, 导致地铁车辆稳定行驶过程中, 隧道通行时车厢内噪声为 75 dB(A) ~ 85 dB(A), 高架通行时车厢内噪声为 67 dB(A) ~ 77 dB(A)。

(2) 地铁车辆行驶时, 车厢内通常声源有轮轨

滚动、广播、交谈,某些路段有明显的轮轨摩擦声,红山段因有大弯道,有明显轮轨蠕滑声,大部分路段摩擦声范围为 80 dB(A)~85 dB(A),因摩擦声属于高频噪声,对车内环境影响也最大。

(3)中华门—三山街段轮轨摩擦声最高达 88.5 dB(A),超出正常范围;安德门—中华门段刹车声达 87.8 dB(A);两者都与车速控制有关。

(4)地铁车辆运行时车厢内噪声平均值为 70 dB(A)~80 dB(A),乘客感觉不适。

2.4 站台噪声监测结果分析

(1)地铁车辆进站时,隧道类站台噪声略高于高架类,声级稳定值为 80 dB(A)~90 dB(A),最大值波动大,最高达 96.6 dB(A);出站时,两类站台噪声值基本相同,声级稳定值为 78 dB(A)~

88 dB(A),最大值约 90.0 dB(A)。

(2)因为地铁车辆进站时噪声主要来自减速刹车时轮轨摩擦,所以噪声与进站时车速控制密切相关。红山站进站数据波动很大,主要原因就是进站车速的不同。在迈皋桥站第 1 次测量中,高频率高强度刹车声竟持续 5 s。

3 结语

南京地铁 1 号线已正式通车,其高架段噪声能达到 4 类区标准,但对高架两侧 100 m 范围内有敏感点的路段仍应全部设置隔声屏障。车厢内和站台上的噪声对乘客的影响不应忽视,地铁运营部门应提高地铁驾驶人员的技术和责任心。

本栏目责任编辑 李文峻

(上接第 15 页)

表 4 Shewhart- \bar{x} 控制图和 Westgard 多规则对于不同不精密度增益(ϵ)的 ARL 值

ϵ	Shewhart- \bar{x}				Westgard ($n=2$)
	$n=1$		$n=2$		
	I_{2s}	I_{3s}	I_{2s}	I_{3s}	
1.0	22.07	366.04	21.68	373.90	83.27
1.5	5.51	21.93	5.48	22.27	7.35
2.0	3.11	7.44	3.19	7.28	3.08
2.5	2.34	4.32	2.36	4.27	2.09
3.0	1.98	3.13	1.97	3.12	1.69

4 结论

EWMA 控制图在不准确度控制方面的作用与 Westgard 多规则控制图相当,甚至更好。EWMA 控制图的另一个优点就是所有的结果都被图形化,质控人员在应用 EWMA 控制图时可立即获得质控数据,而不用检验多个变量。在不精密度控制方面,EWMA- \bar{x} 控制图不及其他质控方法,但 Westgard 多规则是一种很好的替代方法,不过,使用 EWMA-S 控制图也可以克服这一缺点。

EWMA 控制图的优势是检验不准确度或不精密度中的微小变异,在实际应用中应充分利用这一特性。微小的偏移量可能会导致分析结果评估决策的改变,所以在实验室分析中,应严格设置控制限,因为 EWMA 控制图对微小变化的灵敏性都非常有用。另外,灵敏度较高的 EWMA 控制图还可

用于稳定自动化程度较高的分析过程。虽然 Westgard 多规则显示了较好的质控总效能,但 EWMA- \bar{x} 控制图能比 Shewhart- \bar{x} 控制图更早检出微小偏移,所以 EWMA- \bar{x} 控制图是 Westgard 多规则的有益补充。用 EWMA-S 控制图控制准确度,结合用 EWMA-S 控制图控制精密度是最佳的选择。

[参考文献]

- [1] ROBERTS S V. Control chart tests based on geometric moving averages[J]. *Technometrics*, 1959, 1: 239-250
- [2] CEMBROWSKI G, WESTGARD J O, EGGERT A A, et al. Trend detection in control data: optimization and interpretation of Trigg's technique for trend analysis[J]. *Clin Chem*, 1975, 21: 1396-1405.
- [3] CROWDER S V. Design of exponentially weighted moving averages[J]. *J Qual Technol*, 1989, 21: 155-162.
- [4] KOCH D D, ORYALL J J, QUAM E F, et al. Selection of medically useful quality-control procedures for individual tests done in a multitest analytical system[J]. *Clin Chem*, 1990, 36: 230-233.
- [5] WESTGARD J O, BARRY P L, HUNT M R. A multi-rule Shewhart chart for quality control in clinical chemistry[J]. *Clin Chem*, 1981, 27: 493-501.
- [6] WESTGARD J O, ORYALL J J, KOCH D D. Predicting effects of quality-control practices on the cost-effective operation of a stable, multitest analytical system[J]. *Clin Chem*, 1990, 36: 1760-1764.

本栏目责任编辑 张启萍