

• 调查与评价 •

城市轨道交通噪声环境影响评价方法及实例分析

孙艳军¹, 陈新庚¹, 彭晓春², 包 芸³, 桑燕鸿¹, 高长波¹

(1 中山大学环境科学与工程学院, 广东 广州 510275; 2 国家环境保护总局华南环境科学研究所, 广东 广州 510655; 3 中山大学应用力学与工程系, 广东 广州 510275)

摘 要: 基于城市轨道交通噪声环境影响的特点, 对城市轨道交通噪声环境影响评价的几个关键问题进行了探讨, 构建了城市轨道交通噪声环境影响评价方法及预测模式。以广州市轨道交通六号线为例, 对提出的噪声环境影响评价方法进行了实证分析, 结果可行。

关键词: 轨道交通; 噪声; 环境影响评价; 模式预测

中图分类号: X 827 文献标识码: B 文章编号: 1006-2009(2005)04-0019-04

Urban Track Communication Noise Environmental Impact Assessment Method and Case Analysis

SUN Yan-jun¹, CHEN Xin-geng¹, PENG Xiao-chun², BAO Yun³, SAN Yan-hong¹, GAO Chang-bo¹

(1 Environmental Science and Engineering School, Zhongshan University, Guangzhou, Guangdong 510275, China;
2 South China Environmental Science Institute, SEPA, Guangzhou, Guangdong 510655, China; 3 Department of Applied Mechanics and Engineering, Zhongshan University, Guangzhou, Guangdong 510275, China)

Abstract Several key issues about urban track communication noise EIA was discussed based on the feature of urban track communication noise environmental impact. The assessment method was studied. Taking the 6th line track communication as case, the method was tested.

Key words Track communication; Noise; EIA; Model forecasting

近年来我国城市轨道交通发展迅速, 目前全国已有 20 多个城市在建或拟建城市轨道交通工程, 由此引发的噪声影响也已成为突出的环境问题之一, 引起社会各方面的广泛关注^[1-9]。因此, 如何准确有效地评估和预测城市轨道交通运营后对沿线周边环境的噪声影响, 提出预防或减缓不良环境噪声影响的对策和措施, 是实现面向可持续发展的城市轨道交通环境影响评价有效性的主要内容。我国城市轨道交通建设项目环境影响评价工作起步较晚, 目前尚无一套完整统一的、可供实际使用的噪声环境影响评价方法和模式^[10-11]。现以广州市城市轨道交通六号线工程环境影响评价为例, 结合我国目前正广泛开展的城市轨道交通工程环境影响评价的实际需要, 对城市轨道交通噪声环境影响评价方法进行探索和实例分析。

1 评价范围与评价标准

噪声环境影响评价应选择受噪声影响较大的居民区、学校、医院等环境敏感点。一般敏感点控制在临线路第一排楼房以内区域, 重要敏感点如学校、医院等扩大至临线路第二排楼房。评价范围一般为: 风亭和冷却塔噪声为周围 40 m 以内区域, 地面段、高架段两侧距外轨中心线各 150 m 以内区域, 车辆段厂界外 150 m 以内区域。

由于我国目前尚无专门的城市轨道交通环境噪声标准, 在城市轨道交通工程噪声环境影响评价中, 存在执行标准不统一的问题^[7]。城市轨道交通噪声评价应以现有相关标准为依据, 如果不

收稿日期: 2005-04-04; 修订日期: 2005-05-23

基金项目: 广东省自然科学基金资助项目 (04300916)

作者简介: 孙艳军 (1978-), 男, 山东临朐人, 在读博士, 主要从事环境评价与规划、交通污染数值模拟研究。

能正确理解和应用现有标准体系, 将导致错误的评价结论, 并对噪声环境污染防治、环境规划与管理产生误导^[8]。因此, 评价中选用的标准必须符合项目所在地区的环境功能区划及《城市区域环境噪声标准》适用区域划分要求。

2 环境噪声现状评价

噪声环境现状评价应在现场调查和现状监测的基础上进行。现场调查主要通过实地踏勘、现场询问和走访座谈等方式, 详细了解主要噪声敏感点的分布、功能、规模、建筑物布局、受影响人数及周围声环境概况。同时走访线路沿线环境保护和规划部门, 收集相关城市环境功能区划、城市发展规划及环境噪声适用标准等基础资料, 听取有关部门及公众对评价工作的意见和要求。

全面把握轨道交通沿线声环境现状, 为噪声预测提供基础资料, 还应进行现状监测^[9]。环境噪声测量值为 A 声级, 以等效连续 A 声级作为评价量。环境噪声现状监测主要针对分布有敏感点的高架段、车站风亭和冷却塔、变电所、车辆段及进入车辆段地面路段布点, 监测点一般布设在距声源最近的临线路第一排敏感点处, 重要敏感点或工程后受影响较大的地段适当增加监测点。同时由于城市交通干道交通噪声突出, 对评价范围内的主要交通干道亦设置监测点, 使所测量的数据既能反映评价区域的声环境现状, 又能为噪声预测提供可靠的基础数据。

3 预测方法及模式

3.1 预测方法

噪声环境影响预测主要根据拟建轨道交通工程的性质和规模, 选择边界条件近似的即有噪声源进行类比监测和调查。并在此基础上, 结合项目所在区域的环境噪声现状背景值、车辆技术参数及设计作业量, 采用《环境影响评价技术导则声环境》(HJ/T 2.4-1995) 中推荐的预测方法对列车正常运行时高架段道路两侧、地下段以及车辆段周围环境噪声敏感点的等效连续 A 声级进行预测。

3.2 预测模式

3.2.1 高架区段

当单列车通过时, 对某一预测点处产生的噪声级^[2-6] L_{pi} :

$$L_{pi} = L_0 + \Delta L_w - \Delta L_{di} - \Delta L_{ai} - \Delta L_{gi} - \Delta L_{bi} - \Delta L_{ci} -$$

— 20 —

$$\Delta L_w + \Delta L_j \quad (1)$$

式中: L_0 ——列车在参考距离 R_0 处的声压级, dB;

ΔL_w ——速度修正值, dB;

ΔL_{di} ——几何扩散衰减, dB;

ΔL_{ai} ——空气吸收衰减, dB;

ΔL_{gi} ——地面吸收衰减, dB;

ΔL_{bi} ——声屏障衰减, dB;

ΔL_{ci} ——声源指向性衰减, dB;

ΔL_w ——轨道结构修正值, dB;

ΔL_j ——高架桥二次结构噪声修正值, dB;

预测时间 T 内的列车在某一预测点处的等效声级 $L_{eq\text{列车}}$:

$$L_{eq\text{列车}} = 10 \lg \sum_{i=1}^N \left(\frac{1}{T} \cdot 10^{\frac{L_{pi}}{10}} \cdot T_r \right) \quad (2)$$

式中: N —— T 时间内通过高架线的列车数量, 列;

T_r ——地铁列车通过时等效作用时间, s;

T ——预测时间, s (昼间 $T = 57\ 600$ s 夜间 $T = 28\ 800$ s)

预测点处的总等效声级 L_{eq} :

$$L_{eq}(T) = 10 \lg \left[\frac{1}{T} \left(\sum_{i=1}^n T_r \cdot 10^{\frac{L_{pi}}{10}} + T \cdot 10^{\frac{L_p}{10}} \right) \right] \quad (3)$$

3.2.2 地下区段

地下区段对外界环境可能产生影响的噪声源主要为风亭和冷却塔, 可视为点声源。预测计算中, 风亭、冷却塔声源单独作用于预测点的声级, 按其噪声传播衰减计算公式计算:

$$L_{pA} = L_{p0} - K \log \frac{r}{r_0} - L_c \quad (4)$$

式中: L_{pA} ——预测点的 A 声级, dB;

L_{p0} ——声源参考位置 r_0 处的声级, dB;

r ——预测点至声源的距离, m;

r_0 ——参考距离, m;

K ——声源几何衰减系数, 根据声源的几何尺寸与传播距离的关系来确定, 参照《环境影响评价技术导则声环境》(HJ/T 2.4-1995), $K = 10 \sim 20$

L_c ——修正声级, dB; L_c 主要考虑声源与预测点之间由于建筑物的屏障作用, 空气吸收和地面声吸收引起的声衰减。根据《环境影响评价技术导则声环境》(HJ/T 2.4-1995) 及《声学 户外声传播的衰减》(HJ/T 1724.7.2-

1998)确定。

等效连续 A 声级的计算公式为:

$$L_{eq}(T) = 10 \lg[\frac{1}{T} (t \cdot 10^{0.1 L_{pA}} + T \cdot 10^{0.1 L_{p}})] \quad (5)$$

式中: L_{pA} ——声源在预测点处的声级, dB
 T ——昼夜间时段, s (昼间 $T = 57\,600$ s 夜间 $T = 28\,800$ s)
 t ——风亭、冷却塔在预测时段内的累计作用时间, s
 L_p ——无列车时预测点的背景噪声值, dB。

4 实例分析

4.1 工程概况

广州市轨道交通首期工程浔峰圩至燕塘段线路长 21.0 km, 其中地下线长约 17.7 km, 高架线长约 3.1 km, 过渡段 0.2 km。首期工程共设车站 19 座, 其中 2 座高架站, 17 座地下站; 车辆段 1 座, 位于沙贝立交西南侧; 集中供冷站 2 座, 分别位于海珠广场站和区庄站; 主变电站 2 座, 分别位于大坦沙站和燕塘站附近。该段工程投资估算总额约为 111 亿元人民币。

4.2 确定噪声源强

4.2.1 直线电机运载系统噪声源强

广州市轨道交通六号线在国内尚属首次采用直线电机运载系统, 据调查, 日本和加拿大直线电机驱动车辆的噪声源强见表 1。

表 1 直线电机驱动车辆外噪声测试结果 dB				
距离 ^① /m	条件	车辆速度 v/(km·h ⁻¹)		
		20	40	90
7.5	滑行	69	73	—
	运行	74	76	≤80
	再生制动	73	75	—
10	滑行	66	71	—

① 指轨道中心到测试点的距离 (测试条件: 地面线、碎石道床, 60 kg/m 无缝焊接钢轨)。

4.2.2 风亭噪声源强

采取类比监测方式, 确定风亭噪声源强, 类比点选择已运营的广州轨道交通二号线的大中站风亭和鹭江站风亭。广州轨道交通二号线风亭噪声类比监测结果见表 2。

表 2 广州轨道交通二号线风亭噪声类比监测结果

噪声源类别	测点位置	L_{eq}/dB	站名	测点相关参数					
				风机类型	风量 $Q/(m^3 \cdot h^{-1})$	全压 p/Pa	电机功率 P/kW	台数/台	消声器长度
活塞 机械风亭	百叶窗	66.0	中大站	TVF	216 000	800	90	2	每台风机前后各设 2 m
	外 1 m								
排风亭	百叶窗	66.5	鹭江站	TEF	72 000	500	18.5	2	风道设 3 m
	外 1 m			RAF	38 160	400	7.5	1	
					21 615	550	4	1	

4.2.3 冷却塔噪声源强

该工程在海珠广场和区庄设置集中冷站, 选择广州地铁二号线鹭江集中冷站进行了类比监测, 并参考设计中噪声源强度。冷却塔主要噪声源类比调查与监测结果见表 3。

表 3 冷却塔主要噪声源类比调查与监测结果

类比地点	测点位置	L_{eq}/dB	测点相关条件
广州地铁二号线	距两台冷却塔中间	70.4	2 台工作,
鹭江集中冷站	距塔体各 2.3 m		置于房顶
	距离心通风机 1 m	75.4	

4.3 声环境预测评价

4.3.1 高架段预测与评价

该次影响评价分析从最不利条件考虑, 按区间最高速度、高架段进行预测, 预测中不考虑建筑的屏障作用和环境背景噪声的影响。预测结果综合考虑了轨道交通设计部门给定的初、近、远期昼夜间车流量。按昼间运营 16 h 等效连续 A 声级和夜间列车运营时段内 2 h 的等效连续 A 声级进行预测。高架段敏感点噪声预测结果见表 4。

表 4 高架段噪声敏感点预测结果

敏感点	线路与敏感点关系 s/m		列车速度 $v/(km \cdot h^{-1})$	时段	现状值	标准值	噪声预测值 L_{eq}/dB			增加量 L_{eq}/dB		
	水平距离	高差			L_{eq}/dB	L_{eq}/dB	初期	近期	远期	初期	近期	远期
浔峰圩	20	8.5	80	昼间	58.6	60	59.0	59.0	59.3	0.4	0.4	0.7
				夜间	52.5	50	52.8	52.8	53.0	0.3	0.3	0.5
沙贝	50	13.3	78	昼间	56.4	60	56.6	56.6	56.8	0.2	0.2	0.4
				夜间	66.1	50	66.1	66.1	66.1	0	0	0
河沙	0	11	78	昼间	65.2	60	67.0	67.1	68.1	1.8	1.9	2.9
				夜间	60.4	50	61.6	61.6	61.9	1.2	1.2	1.5

由表 4 可见,河沙村距离线路较近,但噪声预测值昼间仅增加了 1.8 dB~2.9 dB,夜间增加了 1.2 dB~1.5 dB。六号线采用直线电机运载系统投入运营以后,各敏感点初期、近期和远期由轨道交通工程引起的噪声增加量较小,相对于地面交通噪声而言其贡献率很小,项目建设对周围声环境影响可以接受。

4.3.2 地下段预测与评价

六号线采用集中供冷系统,集中冷站设置在海珠广场和区庄两个站。一般情况下冷却塔安装在风亭建筑物之上,故预测计算中按风亭和冷却塔共同作用于预测点来预测。同时,考虑到目前线路规划中风亭和冷却塔具体位置没有确定,预测中按距敏感点最近距离和空调期来预测。表 5 为地下区段各敏感点受风亭和冷却塔噪声影响预测结果。

表 5 地下区段敏感点受风亭、冷却塔噪声影响预测结果

敏感点名称	所在车站	水平距离 s/m	噪声源	现状值		噪声预测值		叠加本底值		变化量	
				昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间
一汽公司宿舍	如意坊	40	风亭	76.2	75.8	42.4	38.2	76.2	75.8	0	0
省电信大楼	北京路	40	冷却塔、风亭	71.1	60.3	51.3	47.1	71.1	60.5	0	0.2
广州市第七十九中学	海印	15	冷却塔、风亭	72.1	66.1	57.7	53.5	72.2	66.3	0.1	0.2
东山区人民政府	东山口	35	冷却塔、风亭	73.4	60.4	52.2	48.0	73.4	60.6	0	0.2
平安大厦	区庄	6	冷却塔、风亭	71.2	63.7	63.7	59.4	71.9	65.1	0.7	1.4
中国科学院广州分院	黄花岗	35	冷却塔、风亭	74.4	73.8	52.2	48.0	74.4	73.8	0	0
沙河幼儿园	沙河	15	风亭	73.4	74.5	48.8	44.6	73.4	74.5	0	0
燕侨大厦	燕塘	20	风亭	75.5	74.3	47.0	42.7	75.5	74.3	0	0

由表 5 可见,沿线各敏感点受风亭噪声影响较小,而主要受市内公路交通噪声影响。其中平安大厦噪声变化量增幅相对较大,昼夜分别为 0.7 dB 和 1.4 dB,主要是因为按空调期和距风亭、冷却塔最近距离等最不利条件进行预测,在实际运营期间会优于上述工况。

[参考文献]

[1] FERRARY C. Environmental assessment of the transport element [J]. Highways and Transportation - The Journal of Institution of Highways and Transportation and H.E., 1990, 37: 31-35.

[2] 薛大建,李晓梅,田维坚,等.高架轻轨噪声的模式预测[J].中国医学物理杂志,1997,14(4):208-211.

[3] 翟国庆,张邦俊,过春燕.城市高架轨道交通沿线声场分布计算模型[J].中国环境科学,2004,24(3):320-323.

[4] 辜小安,刘扬.城市轨道交通列车运行噪声预测模式的确定

定[J].铁道劳动安全卫生与环保,2004,31(1):10-12.

[5] PAMANKABUD P, PAOPRAYOON S. Predicting mass rapid transit noise levels on an elevated station[J]. Journal of Environmental Management, 2003, 67: 353-362.

[6] 雷晓燕,圣小珍.铁路交通噪声与振动[M].北京:科学出版社,2004.

[7] 辜小安.我国城市轨道交通环境噪声振动标准与减震降噪对策[J].现代城市轨道交通,2004,(1):42-45.

[8] 彭华,高亮,张鸿儒.城市轨道交通的振动和噪声及其控制的研究[J].中国安全科学学报,2003,13(4):74-77.

[9] 朱正清,刘鹏.城市轨道交通噪声环境的评价与防治对策措施[J].铁道工程学报,2001,(2):90-92.

[10] 吴小萍,陈秀方.可持续发展战略指导下的轨道交通规划与评价[J].中国工程科学,2003,5(10):88-94.

[11] 杨涛,吴蕾,徐望国.面向可持续发展的城市交通环境影响评价构想[J].中国环境科学,2001,21(3):270-274.