

城市居住小区点源噪声空间扩散模拟分析

张 宏,刘晓艳,闫国年

(南京师范大学 虚拟地理环境教育部重点实验室,江苏 南京 210046)

[摘要] 研究在点源噪声影响下住宅小区部分建筑的噪声空间分布状况.以环境点源噪声为研究对象,基于三维空间模拟的方式,揭示了点源噪声扩散的空间分布特征.结果实现了对住宅楼多个楼层各特征点噪声值直观、全面、整体的把握,为环境噪声评估及环境噪声的分析、防治等提供了科学依据.

[关键词] 居住小区,点源噪声,空间扩散,模拟

[中图分类号] X827 [文献标识码] A [文章编号] 1672-4292(2011) 01-0089-04

Study on Spatial Dispersion Model of Point Source Noise  
for Urban Residence

Zhang Hong, Liu Xiaoyan, Lü Guonian

(Key Lab of Virtual Geographic Environment of Ministry of Education, Nanjing Normal University, Nanjing 210046, China)

**Abstract:** This paper predicted and simulated noise distribution of buildings exposed at point noise source. The author explored spatial distribution features for the dispersion of point noise source. The result graphically showed how building layers are affected by noise. This approach taken in this paper is proved an efficient way for noise estimate and environmental noise analysis and provides scientific supports in environmental noise estimate, analysis and management.

**Key words:** residential quarter, point noise source, spatial dispersion, simulation

随着人们对住房环境要求的提高,住宅小区噪声问题日益突出,近几年来噪声扰民更成为居民反映和投诉的热点.因此,对住宅小区噪声影响问题的研究是满足绿色生态住宅建设的重点之一.住宅小区内常见的噪声源分为固定噪声源、交通噪声、施工噪声以及社会生活噪声,有来自内部的噪声源影响,也有来自外部的噪声源影响,内部噪声源易于治理,而外部流动噪声源则较难控制<sup>[1]</sup>.本文研究了稳态点源噪声在住宅楼间的空间扩散,通过对点源噪声的传播方式和预测模型的分析,选择能够反映住宅楼间的噪声扩散空间分布特征的预测模型,对研究区域的噪声扩散进行了预测模拟.

1 研究区域

本文选择南京市河西新区的嘉业阳光城为典型小区.该小区东临恒山路,北倚奥体大街,周边多为拟建小区或商业办公建筑,向西可至南京奥体中心.小区内共有 15 幢住宅楼,为高层、小高层住宅楼.该小区位于奥体中心地带,其声环境状况对奥体中部地区具有较为典型的意义.小区及其周边环境如图 1 所示.



图 1 嘉业阳光城及其周边环境示意图  
Fig.1 Schematic diagram of the Jiaye Yangguang village and its surroundings

收稿日期: 2010-05-05.  
基金项目: 国家青年自然科学基金(40801147).  
通讯联系人: 张 宏,博士,讲师,研究方向: 虚拟地理环境, GIS 空间分析. E-mail: zhanghong@njnu.edu.cn

试验方案:本研究对嘉业阳光城小区内的建筑楼外围的噪声扩散进行预测。选择了跨越整个小区的 3 幢住宅楼作为实验区域,分别为 04 幢、06 幢及 12 幢。图 2 为住宅楼在小区中的位置图及各幢三维示意图。

## 2 研究方法

影响住宅小区内噪声扩散的主要因素主要包括:(1)噪声源到受声点的距离;(2)噪声源到受声点的地面植被覆盖状况;(3)空气吸收效应;(4)声屏障对噪声的遮挡作用及反射作用。这些因素主要用于计算噪声在传播过程中各类衰减的修正项<sup>[2]</sup>。预测点的噪声值为噪声源测得的噪声值扣除小区背景噪声值,再经过传播过程衰减修正得到的值。

本文对于住宅小区内室外稳态噪声的空间扩散的研究,计算方法基本原理参照 ISO9613-2:1996《户外声传播的衰减的计算方法》及我国公布的 GB17247.2-1998《声学户外声传播的衰减第 2 部分一般计算方法》<sup>[3,4]</sup>。在扣除背景噪声的情况下,确定某稳态点声源噪声值对预测点的影响的理论计算模型如下:

$$L_A = 10 \times \lg(10^{\frac{L_{AM}}{10}} - 10^{\frac{L_{AX}}{10}}) - (A_{div} + A_{bar} + A_{aim} + A_{exc}), \quad (1)$$

式中, $L_A$  为预测点噪声级的值; $L_{AM}$  为点声源处噪声级的值; $L_{AX}$  为点声源处背景噪声级的值; $A_{div}$  为声波几何发散引起的衰减量,包括距离引起的衰减  $10\lg \frac{1}{4\pi r^2}$  ( $r$  为点声源至受声点的距离/m)及反射引起的增量  $\Delta L_r$  (根据声源到预测点的距离与入射点到预测点的距离的比值,范围为 0 ~ 3 dB); $A_{bar}$  为遮挡物引起的衰减量,包括建筑物的遮挡衰减,通过计算菲涅耳数  $N = \frac{2(A+B-d)}{\lambda}$  得到 ( $A$  为源与屏障顶端的距离/m,  $B$  为接收点与屏障顶端的距离/m,  $d$  为声源与接收点之间的距离/m,  $\lambda$  为波长),也包括植物的屏障效应,其取值大小取决于树种、林带结构及密度等因素且必须满足声波高于植物 1 m 以上; $A_{aim}$  为空气吸收引起的衰减量,计算公式为  $\alpha \cdot r/100$  ( $\alpha$  为根据湿度、气温查得的空气吸声系数,  $r$  为预测点距声源的距离/m),当  $r < 200$  m 时,空气吸收可忽略不计; $A_{exc}$  为地面吸收引起衰减量,计算公式为  $5\lg r$  ( $r$  为预测点距声源的距离/m),需满足  $r > 50$  m,声源距地面高度和预测点距地面高度的平均值小于 30 m,声源与预测点之间的地坪被草地、灌木等覆盖。

具体实验流程如下:

(1) 提取住宅楼各层特征点坐标数据。假设点声源在图 3 中所表示方向,则分别区分得到位于噪声源同侧预测点的每层特征点和异侧预测点每层特征点。

(2) 预测条件:设当天气温为 15℃,相对湿度为 80%,点声源噪声值为 100 dB。通过计算得到同侧及异侧预测点的噪声值。

(3) 根据环境噪声监测要求及声学环境噪声测量方法,选择距墙壁或窗户 1 m 处设置预测点位,进行噪声值计算。

## 3 模拟结果与分析

根据式 (1),计算得到点声源影响下的噪声空间分布,如图 4 所示。

表 1 所列为 06 幢部分楼层的噪声预测点数据。

从噪声源影响下的噪声空间分布图可以看到,在纵跨小区的 04、06 及 12 幢住宅楼间,显然靠近噪声源的 04 幢住宅楼受噪声影响较大,离噪声源最远的 12 幢住宅楼所受影响相对较小。从单幢住宅楼来看,离噪声源较近的 04 幢,其噪声影响在垂直方向的分布规律为峰值出现在中部楼层,低楼层受噪声影响相对较小,从中部往上呈递减趋势;06 幢及 12 幢距离噪声点源较远,它们在垂直方向上的噪声分布规律与 04

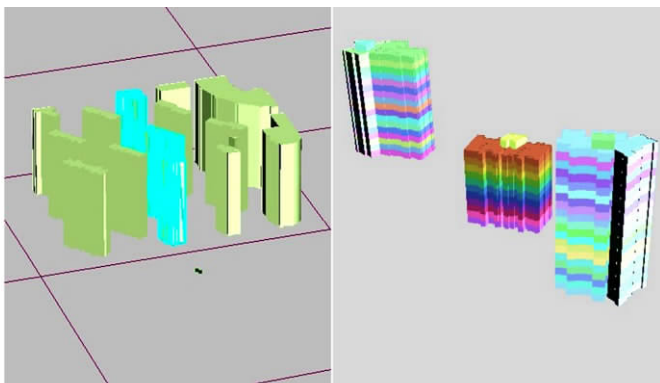


图 2 3 幢住宅楼及点声源在小区中的位置

Fig.2 Location of the point noise source in three resident buildings

幢有差别,从低层往上呈递增趋势,但同样低楼层受影响相对较小.

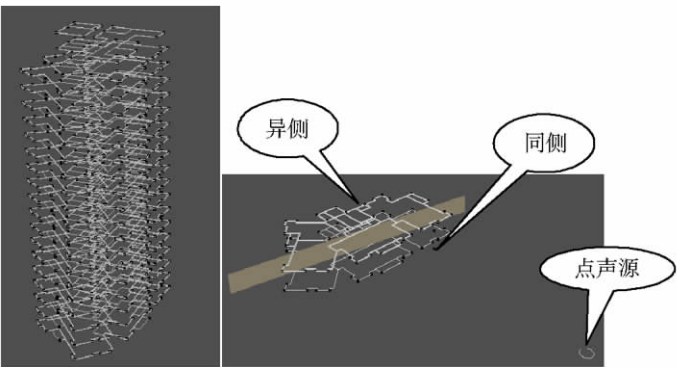


图 3 楼层特征点及同异侧点区分

Fig.3 Feature point for each floor located two different sides

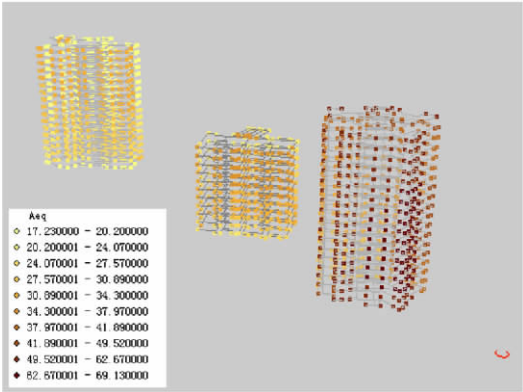


图 4 噪声空间分布图

Fig.4 Spatial distribution of point noise source

表 1 06 幢预测点数据

Table 1 Data collected in prediction point of 06 building

楼层	测点组 1	测点组 2	测点组 3	测点组 4	测点组 5	测点组 6	测点组 7	测点组 8
1	25.16	24.63	23.62	23	22.31	22.84	23.81	24.26
2	28.16	27.62	26.61	25.99	22.28	22.8	23.77	24.22
3	31.15	30.62	29.61	28.99	22.24	22.76	23.72	24.16
4	32.89	32.36	31.35	30.74	22.19	22.71	23.67	24.1
5	34.1	33.58	32.58	31.97	22.14	22.66	23.61	24.04
6	35.03	34.51	33.52	32.91	22.41	22.95	23.54	23.96
7	35.76	35.25	34.27	33.67	22.4	22.95	23.91	24.37
8	36.37	35.86	34.89	34.3	22.4	22.94	23.9	24.36
9	36.88	36.38	35.42	34.83	22.38	22.92	23.89	24.35
10	37.31	36.82	35.88	35.29	22.36	22.9	23.87	24.33
11	37.68	37.2	36.27	35.7	22.34	22.88	23.85	24.3

3.1 距离点源噪声较近的住宅楼,噪声源对住宅楼垂直方向上的噪声影响

图 5 为在垂直坐标系中,较近距离影响下住宅楼各测点分布情况.从图 5 中可以看出,当点声源位于较近距离的位置时,住宅楼楼层较低,受噪声影响相对较小,噪声的峰值在住宅楼中部楼层,再往上又逐渐递减.究其原因,越接近地面,各种自然或人为的绿化带、建筑物等越多,环境越复杂,构成了低层住宅的有效屏障,在一定程度上削弱了噪声的直线传播,因此住宅楼低层所受的影响较小.由于噪声源距离较近,此类高度的屏障对住宅楼中部反射效应较强,再加上地面反射,使住宅楼中部楼层成为受噪声源影响最大的位置.再往上随着楼层增高,与噪声源的距离继续增大,基本不受屏障影响,噪声值又逐渐减少.

3.2 距离点源噪声较远的住宅楼,噪声源对住宅楼垂直方向上的噪声影响

图 6 为在垂直坐标系中,较远距离影响下住宅楼各测点分布情况.从图 6 中可以看出,当点声源位于较远距离的位置时,受噪声影响相对较小的仍为较低楼层,噪声的峰值在住宅楼高层,越往上噪声值越大.究其原因,当声源距离预测点较远时,噪声传播中受距离衰减影响加大,较低楼层又加上各种人工或自然屏障的阻挡作用,受噪声影响仍然较小.距离的加大使屏障对中高层楼层影响变小,且越往上越小,声音往上传播畅通,建筑物本身的反射强,高层受的反射叠加越多,所以越往上噪声值越大.

4 结论

基于上述分析,可以得出如下结论:

- (1) 距点声源较近的住宅楼,楼层较低时噪声较小,中部最大,往高处噪声值逐渐减小.
- (2) 距点声源较远的住宅楼,楼层较低时噪声较小,楼层越高噪声值越大.
- (3) 同一楼层各方向受声点的噪声值呈以下规律:越靠近点声源噪声值越大,住宅楼两面同侧点与异测点的噪声差别大,可在 5 ~ 20 dB,住宅自身噪声屏蔽明显.

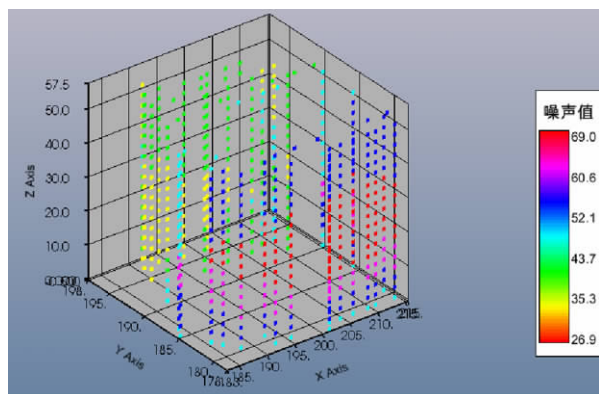


图 5 垂直坐标系中较近距离影响下测点值分布图

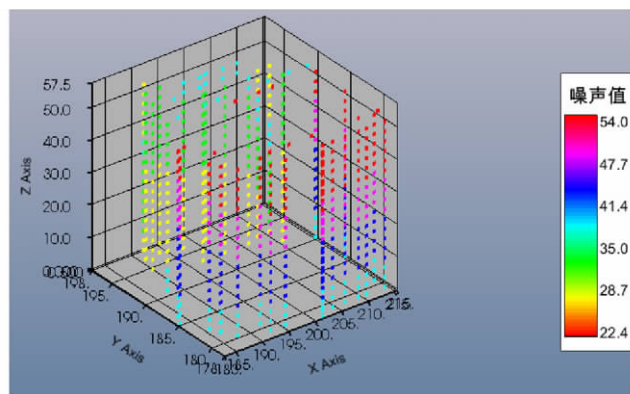
Fig.5 Point values distribution near from the buildings  
at vertical coordinates system

图 6 垂直坐标系中较远距离影响下测点值分布图

Fig.6 Point values distribution far from the buildings  
at vertical coordinate system

## [参考文献](References)

- [1] 李岚,吕玉恒.生态型住宅小区的噪声控制[J].噪声与振动控制,2004(1):22-24.  
Li Lan,Lü Yuheng. Noise Control of an environmentally friendly residential community [J]. Journal of Noise and Vibration Control, 2004(1):22-24. (in Chinese)
- [2] 戴维斯,康韦尔.环境工程导论[M].3版.王建龙,译.北京:清华大学出版社,2002.  
Mackenzie L Davis, David A Cornwell. Introduction to Environmental Engineering [M]. 3rd ed. Wang Jianlong, Translated. Beijing: Tsinghua University Press, 2002. (in Chinese)
- [3] 国际标准化组织. ISO9613-2: 1996 户外声传播衰减(第2部分:一般计算方法) [S]. 1996.  
International Organization for Standardization. ISO9613-2: 1996 Acoustics-Attenuation of sound during propagation outdoors (Part 2: General method of calculation) [S]. 1996. (in Chinese)
- [4] 电子工业部第三研究所,中国科学院声学研究所,北京大学,等. GB/T17247.2-1998 声学-户外声传播的衰减(第2部分:一般计算方法) [S]. 北京:中国标准出版社,1998.  
The Third Institute of EIA, The Institute of Acoustics of Chinese Academy of Science, Peking University, et al. GB/T 17247.2-1998 Acoustics-Attenuation of sound during propagation (Part 2: General method of calculation) [S]. Beijing: Standards Press of China, 1998. (in Chinese)

[责任编辑:严海琳]