

点声源环境下小区环境噪声分析和模拟的实现

王建锋 张 雷 姜 立 刘志海

(中国建筑科学研究院,北京 100013)

【摘 要】本文的作者在小区环境噪声分析和模拟系统的理论模型^[1]的基础上,对点声源噪声环境下的具体实施细节进行了论述,并且实现了相应算法。作者对点噪声源对环境影响的三种途径:直达声、绕射声和反射声分别建立了相应的模拟模型,并对每个模型都进行了软件实现。通过实践证明了这套模型是合理的,模型的软件实现是可行的。

【关键词】绿色建筑;环境噪声;仿真;模拟

【中图分类号】X839 TP391.9 **【文献标识码】**A **【文章编号】**1674-7461(2009)02-0070-04

1 前言

按噪声的空间分布形式,声源可分为点声源、线声源和面声源。声环境的预测评价需要从点、线、面声源分类上考虑判断。点声源在小区环境噪声中占有很大的比重。现实的小区中有很多噪声源都可以模拟成点声源,如音响、变压器、水泵等等。点声源主要通过反射、折射、衍射等途径影响环境。根据我国相关的噪声规范^{[2][3]}我们可以通过直射、绕射、和反射三方面考虑。

2 理论及实现

在本文的模型中,声音的衰减考虑了几何发散、空气吸收和材料吸收三个方面,具体公式如下:

$$L = L_w - A_{div} - A_{atm} - A_{bar} \quad (1)$$

式中: L —接收点声功率级;

L_w —噪声源的声功率级;

A_{div} —几何发散引起的

衰减,

$$A_{div} = [20 \lg(d) + 11] \text{dB}$$

式中: d —声源到接收点的距离;

A_{atm} —空气吸收引起的衰减,

$$A_{atm} = ad$$

a —大气吸收系数;

A_{bar} —声屏障引起的衰减。

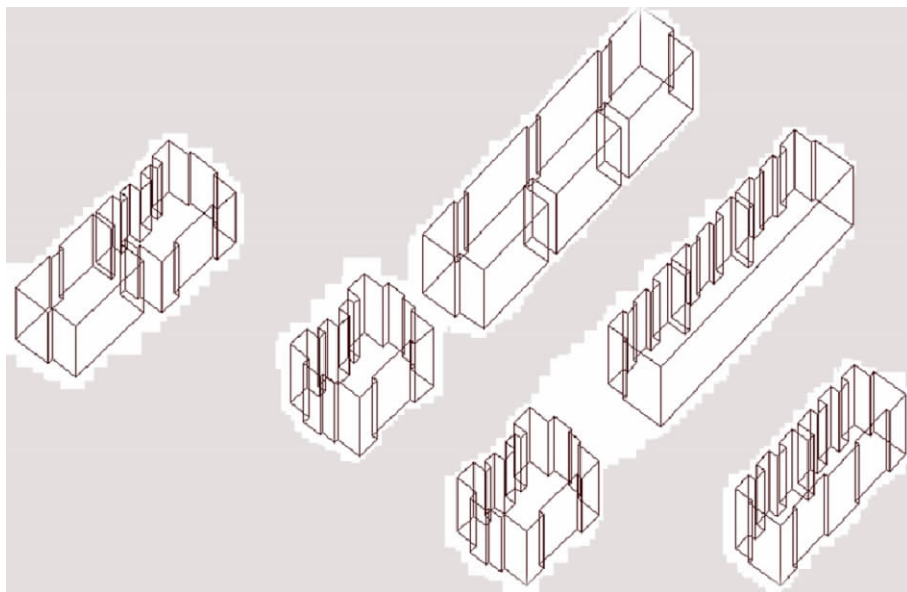


图1 小区建筑三维模型

【作者简介】 王建锋(1980-),男,工程师,主要研究方向为三维模型与计算机仿真。

在本文中我们将对如图 1 所示小区的噪声环境进行模拟。

首先对直达声进行模拟。直达声是在声源和接收点之间没有任何障碍物的时候,声源直接到达接收点的声音的声功率级。在计算时首先判断声源和接收点之间有没有障碍物,如果有障碍物则没有直达声,否则计算声源和接收点的距离,然后,通过公式 [2] 计算。

$$L = L_w - A_{div} - A_{atm} \quad (2)$$

对图 1 所示的小区的直达声模拟结果如图 2、3 所示。

图 2、3 所反映的直达声场符合了噪声的传播规律,因此,直达声模型和它的软件实践是可行的。

如果有障碍物就没有直达声,则首先就要考虑绕射,绕射的基本情况如图 4 所示。

绕射可以通过式 (1) 计算,式中声屏障引起的衰减由式 (3) 得到

$$A_{bar} = 101g(3 + (C_2/\lambda)C_a z K_{met}) \text{ dB} \quad (3)$$

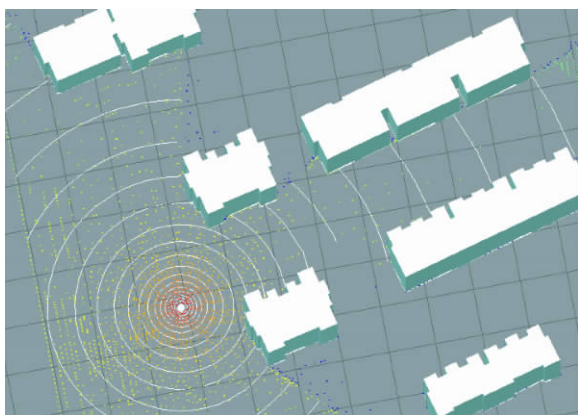


图 2 直达声声场的测点及等值线

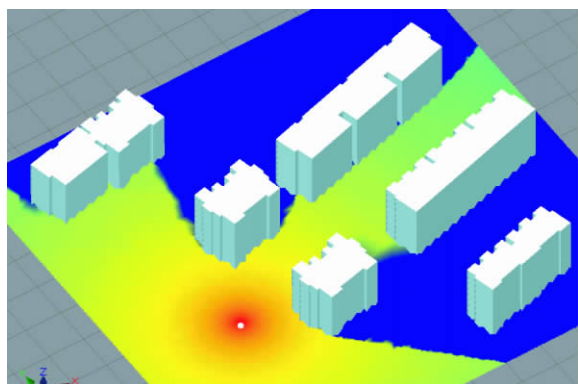


图 3 直达声声场的云图

式中: C_2 —等于 20;

λ —声音的波长;

C_3 —单绕射取 1,双绕射有具体的计算,在这里把双绕射近似成单绕射;

K_{met} —气象影响因子,横向绕射取 1,从上面绕射时

$$K_{met} = \exp[-(1/2000)\sqrt{d_{ss}d_{st}d/(2z)}]$$

式中个量如图 5 所示 z 是路程差,即

$$z = [(d_{ss} + d_{st})^2 + e^2]^{\frac{1}{2}} - d;$$

对图 1 所示的小区的绕射声模拟结果如图 6、7 所示。图中反映的绕射声场符合了噪声的绕射规律,因此,绕射声模型和它的软件实践也是可行的。实践证明。由于需要求最短路径,这部分的速度是应用的一个瓶颈。

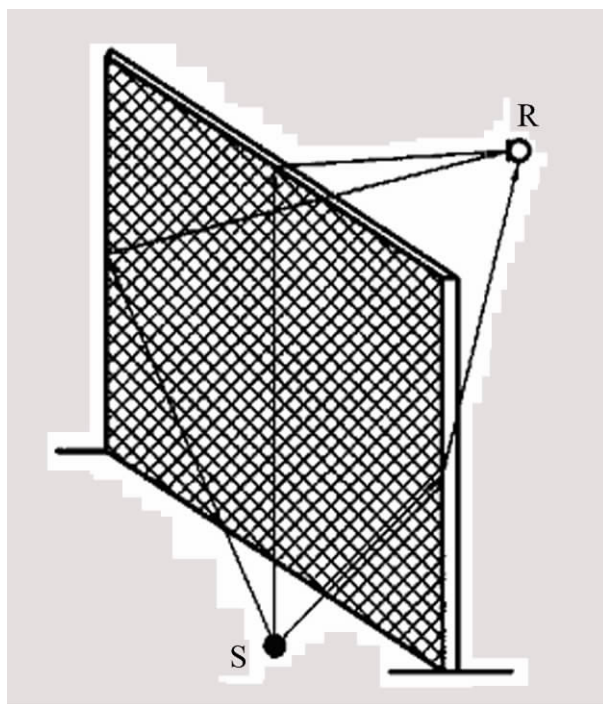


图 4 声音的绕射

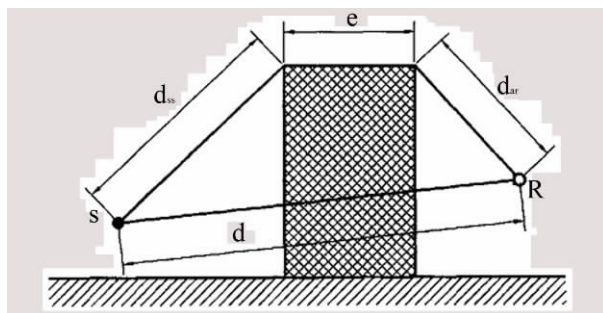


图 5 声音绕射的计算

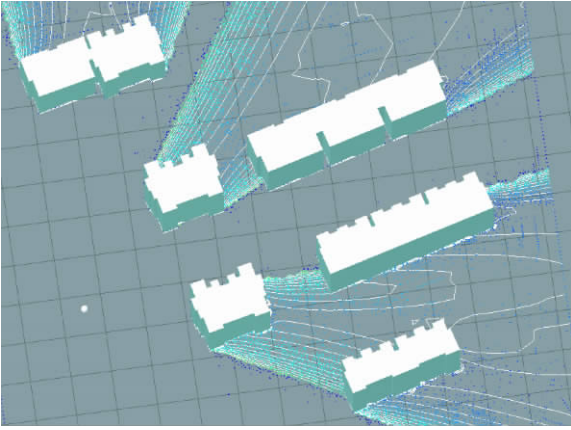


图6 绕射声场的测点及等值线

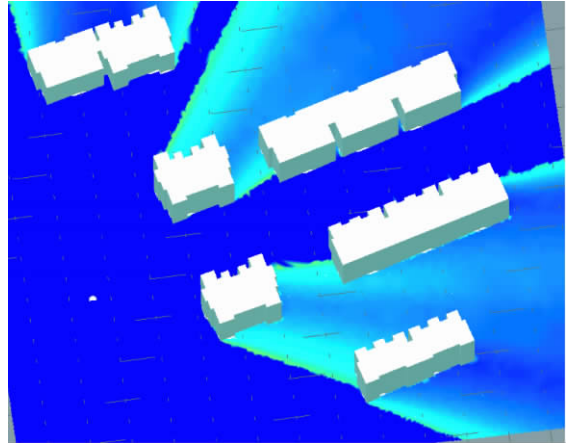


图7 绕射声场云图

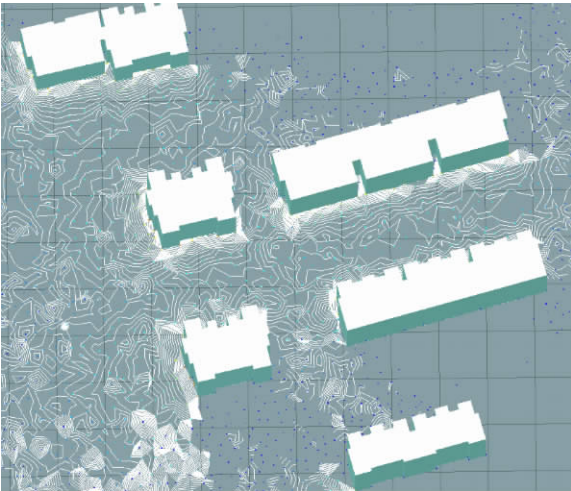


图8 反射声场的测点及等值线

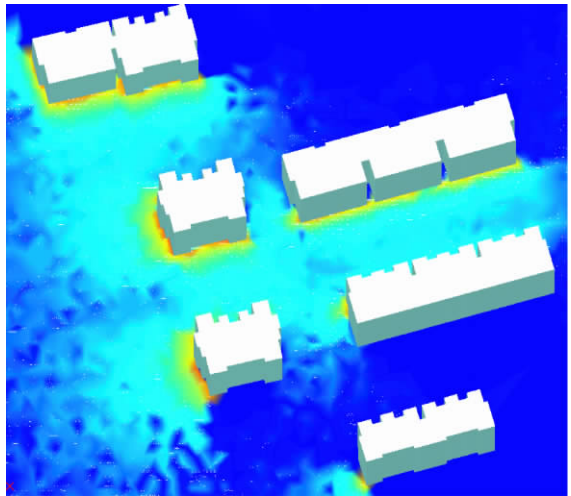


图9 反射声场云图

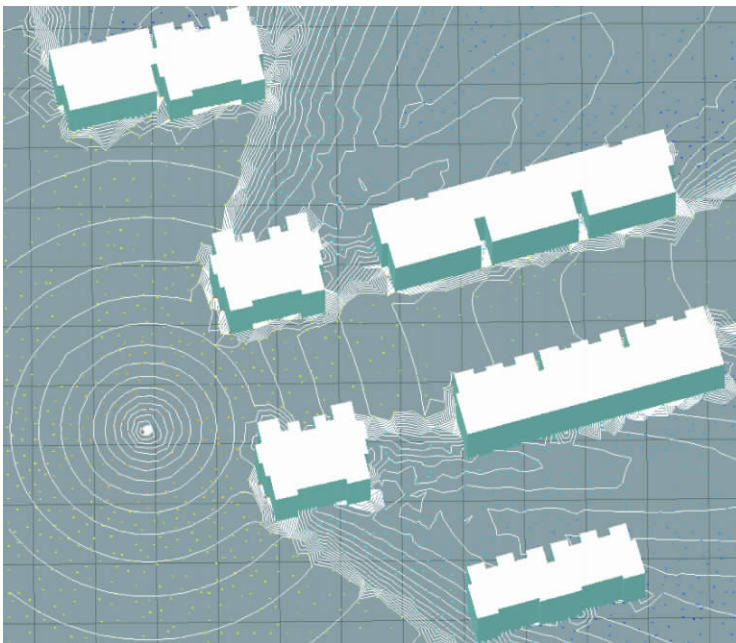


图10 噪声场的测点及等值线

反射是需要考虑的另一个因素,反射的模型比较复杂。在我们的实现中采用了文献^[1]提出的类似声线追踪算法。具体实现时,探测射线从测点出发向空间的各个方向发散。

在对图1所示的小区进行反射噪声模拟时,通过确定方位角的方式布置探测射线,探测射线的经纬度间隔为10度。

对图1所示小区的反射噪声模拟结果如图8、9所示。图中显示,噪声的等值线不是很平滑,云图也不是很均匀。造成这种现象的原因主要有两方面。首先10度的经纬度间隔偏大造成误差过大,经纬度间隔越大云图的辐射条带现象就越明显。其次测点的布置可以放大或缓解这种影响,这里是放大了。

虽然存在一些误差,但是图中反映的反射声场基本符合了噪声的反射规律,因此,反射声模型和它的软件实践是可行的。

最后对图 1 所示的小区噪声环境进行综合考虑,把直射、绕射和反射的影响同时考虑可以得到如图 10、11 所示模拟结果。

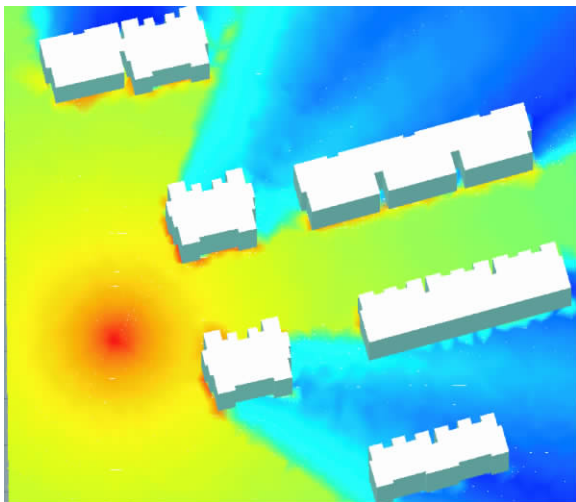


图 11 噪声场云图

3 结束语

根据我国相关的噪声规范^{[2][3]}我们可以通过

直射、绕射、和反射三方面考虑。本文分别直达声、绕射声和反射声进行了建模,并进行了软件实现。虽然存在一些误差,但是图中反映的噪声场基本符合了噪声的反射规律,因此,这些模型和它的软件实践是可行的。同时,在软件实践过程中还有一些需要的改进的地方,比如绕射部分的速度和反射部分的精度都还有很大的提升空间。

参考文献

- [1] 王建锋,张雷,姜立,董毅. 小区环境噪声分析和模拟系统的实现 智能与绿色建筑文集 [C] 2009. 3: 389-397
- [2] 中华人民共和国国家标准. 声学 户外声传播衰减 第一部分:大气声吸收的计算 GB/T 17247.1-2000 [s]
- [3] 中华人民共和国国家标准. 声学 户外声传播衰减 第2部分:一般计算方法 GB/T 17247.2-1998 [s]
- [4] 马大酋. 噪声控制学 [M]. 北京:科学出版社,1987
- [5] Campbell Steele. A critical review of some traffic noise prediction models. Applied Acoustics [J], 2001. 62: 271-287
- [6] E. Wetzela, J. Modelling. the propagation pathway of street traffic noise: practical comparison of German guidelines and real - world measurements. Applied Acoustics [J], 1999. 57:97-107

The Realization of the Analysis and Simulation on Residence Community Ambient Noise Based on Point Sound Source

Wang Jianfeng Zhang Lei Jiang Li Liu Zhihai

(China Academy of Building Research, Beijing 100013, China)

Abstract: The authors detailedly discuss realization of the ambient noise analysis and simulation system of residence community ambient noise based on it's theory model, and implement correlative algorithms. The authors builded three models based on three manner by which sound affects environment. The three manners are through sound, round sound and reflect sound. The authors implemented the software algorithm of the three manners, proved these algorithm and the models by practice.

Key words: Green architecture; Ambient noise; Amulation; Simulation