

交通管制因素对普通城市道路噪声的影响

居浩^{1,2} 黄晓明¹ 虞晓锋³

(¹ 东南大学交通学院, 南京 210096)

(² 南京市城市道路建设项目储备中心, 南京 210029)

(³ 中国市政工程西北设计研究院有限公司(江苏分院), 南京 210019)

摘要: 运用 SoundPLAN 软件, 以南京市城市道路现状为基础, 利用我国声环境导则中的道路噪声预测模式, 建立了普通城市道路(非高架、隧道等)噪音预测通用模型. 并根据实际需要, 选择影响噪音的主要因素(车流量、车速、车道数、车型比), 利用通用模型分析这些交通管制因素对道路噪声的影响. 分析结果表明: 噪声随交通量的增加而增加; 随车速的增加, 噪声先缓慢降低后快速直线增加; 随车道数的增加, 噪声有所增加, 且离道路中心点越近, 噪声的增幅越大; 随大型车比例的增加, 噪声增速变慢. 通过该研究可得到各种交通管制因素对噪声变化的影响, 并能为城市道路噪声的预防和控制提供一定的依据.

关键词: 城市道路; 交通管制因素; SoundPLAN; 噪声

中图分类号: U491 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-0505(2014)02-0420-05

Influence of traffic regulation factors on noise in ordinary urban roads

Ju Hao^{1,2} Huang Xiaoming¹ Yu Xiaofeng³

(¹ School of Transportation, Southeast University, Nanjing 210096, China)

(² Urban Roads Research Center of Nanjing, Nanjing 210029, China)

(³ CSCEC AECOM Consultants Co., Ltd. (Jiangsu Branch), Nanjing 210019, China)

Abstract: Considering the current urban roads situation of Nanjing, the noise prediction universal model in the ordinary urban roads (not viaduct or tunnel) is first presented with SoundPLAN according to the noise prediction model in the national acoustic environmental guidelines. Based on actual demands, the influencing factors such as vehicle flow, vehicle speed, road path number, vehicle types are mainly considered, and then the influence of them on noise is analyzed. The analysis results show that the noise increases with the increase of vehicle flow; the noise first slowly decreases then linearly increases with the increase of speed; the noise increases with the increase of the road path number, and increases more when closer to the road center; the rate of noise increase becomes slow with the increase of the proportion of large vehicles. Therefore, by the research, the influence of various traffic control factors on the noise can be obtained, which provides a basis for prevention and control of urban road noise.

Key words: urban road; traffic control factor; SoundPLAN; noise

随着我国城市规模不断扩大, 道路交通噪声影响带来的危害日益严重. 如何控制城市道路交通噪声, 减少噪音对人群的影响, 是当今环境声学的一个热点问题, 目前已成为我国迫切需要解决的问题之一. 影响道路交通噪声特性的因素主要有车流

量、车道数、各类车型的比例、行驶车速、路面材料特征、道路两旁建筑物类型和建筑布局、道路沿线设施、道路结构、道路声屏障设置、道路坡度以及鸣号次数等^[1].

噪声预测是城市交通噪声评价与治理过程中

收稿日期: 2013-09-02. 作者简介: 居浩(1981—), 女, 博士生; 黄晓明(联系人), 男, 博士, 教授, 博士生导师, huangxm@seu.edu.cn.

引用本文: 居浩, 黄晓明, 虞晓锋. 交通管制因素对普通城市道路噪声的影响[J]. 东南大学学报: 自然科学版, 2014, 44(2): 420-424. [doi: 10.3969/j.issn.1001-0505.2014.02.034]

的一个重要环节,也是一个多学科交叉运用的领域.目前常用的道路交通噪声预测模型主要有 3 类:物理缩尺模型、图表模型和理论计算模型^[2].其中,理论计算模型由于其计算过程简单且容易实现而最常用.国外在利用理论计算模型进行道路交通噪声预测方面研究较早,自 20 世纪 80 年代以来,各国相继开发了不同的模型,使用较多的有:① 美国联邦高速公路管理局发布的 FHWA 模型^[3-4];② 德国交通部公路建设司发布的 RLS81, RLS90 模型^[5];③ 英国交通部发布的 CRTN, CRTN88 模型^[6-7].我国虽然研究起步较晚,但近年来也取得了较多成果^[8-10]:一是对已有的道路预测模式进行分析与评价,指出优缺点,并结合实际情况对原预测模式进行修订;二是运用已有的不同的道路噪声预测模式或修正模式对实际路段进行预测,并与实测值比较,选择合适的噪声预测模式.同时基于《环境影响评价技术导则——声环境》(HJ2.4—2009),我国也开发了相应的噪音预测软件,如噪声环评助手 EIAN, Noisesystem 等.

本文旨在利用 SoundPLAN 软件,结合南京城市道路现状,建立普通城市道路(非高架、隧道等)通用模型,并分析交通量、车速、车道数、车型比等交通管制因素对道路噪声的影响,为城市道路噪声的预防和控制提供一定的依据.

1 道路噪音预测软件及模型

1.1 SoundPLAN 软件

SoundPLAN 是包括道路交通噪声预测、墙优化设计、成本核算、工厂内外噪声评估、空气污染评估等功能的集成软件,适用于各种国际标准的道路、铁路、飞机噪声的预测、规划以及降噪方案优化、声屏障设计等,是目前噪声评估界使用最广泛的软件之一. SoundPLAN 的建模、计算及评估都是基于 ISO 和其他标准将实际的生活环境转化成抽象的数学模型,自动进行计算.软件提供的多样化界面、数据库、工具箱,使建模计算高效、省时. SoundPLAN 利用扇形模型进行声场计算,即从接受点出发,发射“射线”覆盖所有要考虑的区域和实体,包括源、反射体、声屏障、地面衰减区等.

该软件的一般预测步骤为:① 建立坐标系,确定各噪声源的位置和预测点的位置;② 根据声源性质以及预测点与声源的距离,把噪声简化成点噪声、线噪声或面噪声;③ 根据噪声源声级数据和各噪声源到预测点的声波传播条件,计算各声源单独作用时在预测点的 A 声级;④ 计算各噪声源在预

测点处累加的结果;⑤ 叠加背景噪声并进行修正;⑥ 进行多点计算,绘制等声级线图.

1.2 道路噪声预测模型的选择

在使用各种声学模拟预测软件时,首先要选择合适的声音预测模式,然后对其需要的各项参数进行深入分析和了解,从而保证预测过程的科学性、准确性.现有的通用预测模式都有各自的适用范围和缺陷.例如: FHWA 模型没有考虑道路坡度及路面性质对声源强度的影响,不考虑空气温度、空气湿度、风及多重反射对噪声传播特性的影响,且确定地面阻尼系数的方法过于粗略,没有考虑到交通中断,比较适合于高速公路匀速车流的交通噪声预测; RLS90 模型适用于路旁有隔声设施的噪声预测评估,但它在考虑地面吸收衰减时不考虑地面的阻尼系数和地面植被导致的逾量衰减,当预测点到声源距离较大时,这一缺陷非常明显.

声导则(HJ2[1].4—2009)模型^[11]是基于我国车辆、道路、环境标准建立的道路交通噪声预测通用模型,因此本研究选择使用该预测模型.

2 通用模型的建立

在模型建立过程中,参考了南京城市道路现有的相关资料.设某城市道路(沥青混凝土路面)白天车流量为 2 000 veh/h,夜晚车流量是白天的 30%,即 600 veh/h,道路红线宽 50 m,六车道,机动车道宽 3.75 m,人行道宽 6 m,非机动车道宽 6 m,无中央分割带,双黄线宽 0.5 m,机非分隔带宽 1.5 m.道路两侧建筑物兼顾多种组合形式,如道路两侧均为高层建筑物,两侧均为多层建筑物,一侧为多层建筑物、一侧为高层建筑物等.其他参数如表 1 所示.

表 1 设定的城市道路参数值

项目	白天(6:00—22:00)			夜晚(22:00—6:00)		
	大型车	中型车	小型车	大型车	中型车	小型车
车型比/%	10	5	85	15	5	80
车速/(km·h ⁻¹)	20	25	30	35	40	45

将上述参数输入 SoundPLAN 软件中,生成初始二维和三位模型,如图 1 所示.本研究在选择预测点(见图 1(a)数字标记处)时,兼顾考虑了道路两边不同类型建筑物临街面的噪声、到道路中心线不同距离处的建筑物噪声、不同高度建筑物之后但到道路中心线距离相同的建筑物噪声等.如点 1, 2, 5, 7, 9, 11 都是道路两边临街有建筑物,但到道路中心线的距离和建筑物类型均不完全相同,点 3, 4 到道路中心线的距离相同,但位于不同高度的建筑物之后等.

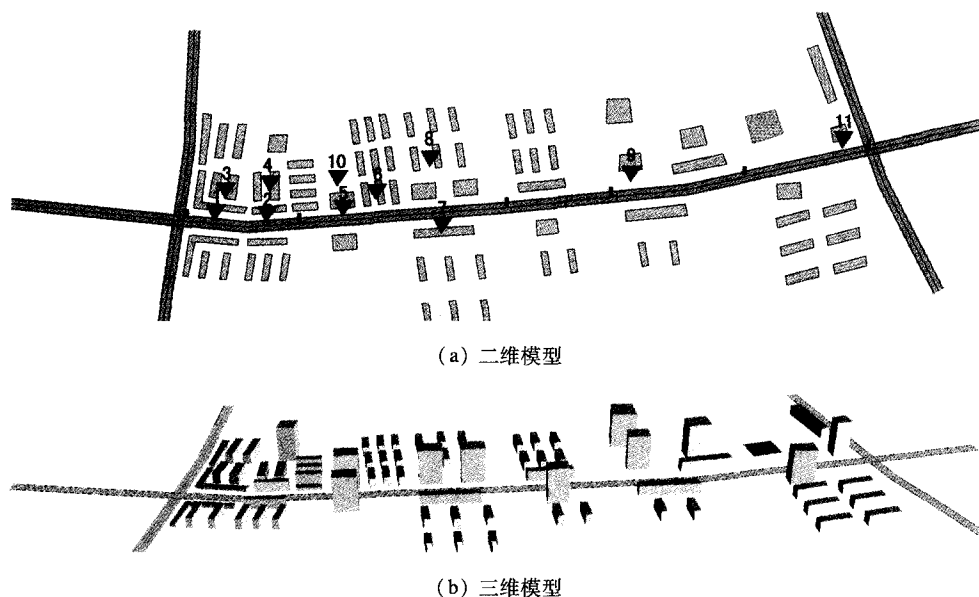


图1 普通城市道路(非高架、隧道)及沿线建筑物的二维和三维模型

3 不同交通管制因素对噪声的影响分析

3.1 车流量

假设白天车流量从 500 veh/h 增加到 4 000 veh/h, 夜晚交通量是白天的 30%, 其他参数见表 1. 经 SoundPLAN 软件计算, 各预测点白天和夜间的噪声预测值如图 2 所示.

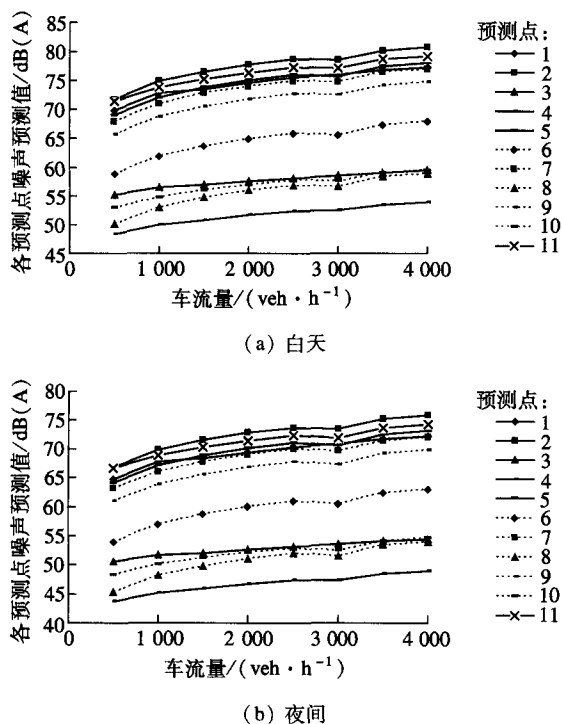


图2 各预测点白天和夜间噪声预测值随交通量的变化

从图 2 可看出, 各预测点白天和夜间噪声的变化趋势相同. 当交通量由 500 veh/h 增加至 4 000 veh/h 时, 噪声增加 4~9 dB(A) 不等, 但增速越来越慢. 交通量由 500 veh/h 增加至 1 000 veh/h 时, 增幅最大为 3.1 dB(A), 当交通量超过 2 500 veh/h 时, 每增加 500 veh/h, 白天音量增加仅约 0.7 dB. 距离道路越近的点, 噪声增幅越大.

不论交通量大小, 白天都有 5 个点的噪声小于 70 dB(A), 其共同特征是距离道路较远, 其余 6 个点在交通量超过 2 000 veh/h 时, 不符合我国声环境质量(GB 3096—2008)4a 类标准. 其中 2 个点不管交通量如何变化, 都超过 70 dB(A), 其共同特征是距离道路较近, 可见与噪声源的间距是影响噪声大小的关键. 而点 4 和点 3 到路中心线距离相同, 但点 4 的噪声比点 3 要小, 主要是由于点 4 位于 20 m 高的建筑物之后, 点 3 位于 7 m 高的建筑物之后, 可见建筑物的布局对噪声也有一定的影响.

预测点的夜间噪声比白天低 5 dB(A) 左右, 只有 4 个点不论交通量大小噪声都小于 55 dB(A), 符合我国声环境质量(GB 3096—2008)4a 类标准, 剩余预测点在交通量超过 500 veh/h 时, 均不达标, 道路夜间噪声比白天噪声污染更加严重.

3.2 车速

本文结合城市道路车速的一般特征, 假设各车型的平均车速如表 2 所示, 其他参数见表 1, 分析车速对噪声的影响. 各预测点白天和夜间的噪声预测值如图 3 所示.

表 2 各车型的平均车速								km/h
车速标号	1	2	3	4	5	6	7	
白天平均车速	大型车	15	25	35	45	55	65	75
	中型车	20	30	40	50	60	70	80
	小型车	25	35	45	55	65	75	85
夜晚平均车速	大型车	25	35	45	55	65	75	85
	中型车	30	40	50	60	70	80	90
	小型车	35	45	55	65	75	85	95

由图 3 可看出,各预测点白天噪声比夜间高 5 dB(A)左右.当车速为 45~55 km/h 时,噪声最低.车速从 50 km/h 每降低 10 km/h,噪声增加 0.3~1.0 dB(A)不等;每增加 10 km/h,噪声增加 0.8~2.0 dB(A)不等,其中预测点距离道路越近,噪声的变化越大.这与城市道路噪声特征相关,当车速较低(小于 50 km/h)时,主要噪声源为汽车的发动机、进气、排气、传动系统及车体振动等产生的噪声,车速越低,自然噪声越高;当车速较高(50~100 km/h)时,轮胎与路面的摩擦噪声占主导地位,车速越高,噪声越高.可见维持 45~55 km/h 的车速对降低城市道路噪声而言比较合理.

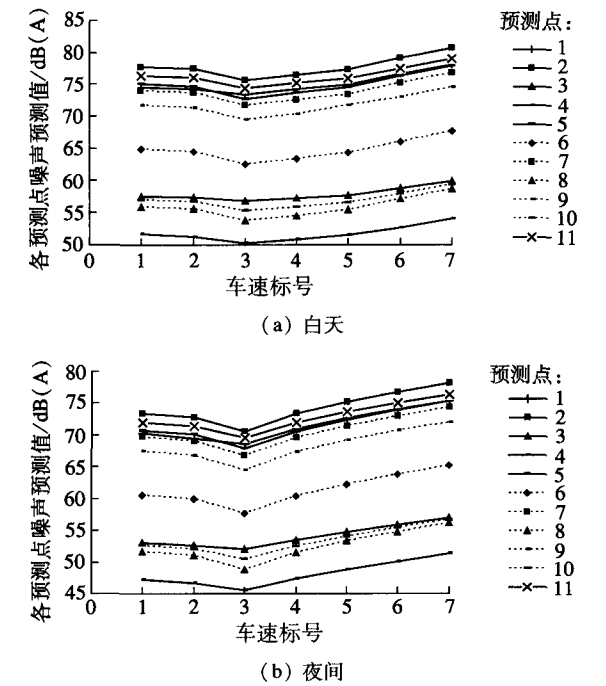


图 3 各预测点白天和夜间噪声随车速的变化情况

3.3 车道数

选择城市道路常见的车道数(四车道、六车道和八车道)来分析不同车道数对噪声的影响.假设道路两侧建筑物间的距离不变,车道宽度不变,其他参数见表 1,各预测点的白天和夜间噪声变化如图 4 所示.

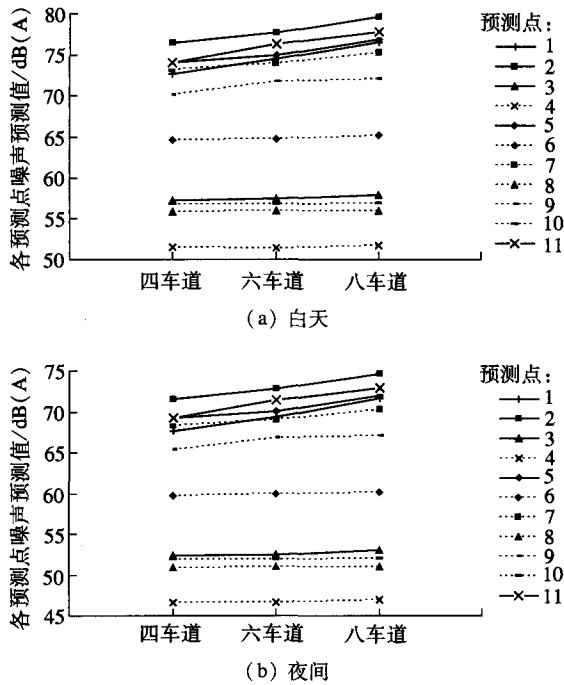


图 4 各预测点白天和夜间噪声随车道数的变化

由图 4 可看出,不论车道数多少,各预测点白天噪声比夜间高 5 dB(A)左右,且随着车道数的增加,预测点的噪声有所增加,白天和夜间的噪声增幅基本相同.距离道路中心点越近,噪声的增幅越大,例如点 1 的最大增幅为:每增加 2 个车道,噪声增加 2.1 dB(A)左右.距离道路中心线越远,受到的影响越小,甚至几乎没有影响,例如点 8.

3.4 车型比

考虑各大、中、小型车的车型比如表 3 所示,其他参数见表 1.各预测点预测的白天和夜间的噪声变化值如图 5 所示.

表 3 大、中、小型车的车型比								
车型比标号	1	2	3	4	5	6	7	8
大型车	0	10	20	30	40	50	60	100
中型车	0	5	10	15	20	25	30	0
小型车	100	85	70	55	40	25	10	0

由图 5 可知,随着大型车比例的增加,各预测点噪声变大,但增速变缓,每个预测点全部是大型车比全部是小型车时噪声大 6~9 dB(A)不等,预测点距离道路越近,噪声的变化越大.不管车型比如何变化,白天有 5 个点的噪声小于 70 dB(A),夜间噪声污染更加严重,只有 1 个点完全小于 55 dB(A).可见,大型车对噪声的影响程度明显高于小型车,大型车每减少 10%,噪声可降低 1~2 dB(A)不等,因此减少大型车比例,尤其是夜间大型车比例,可较好地控制城市道路噪声源.

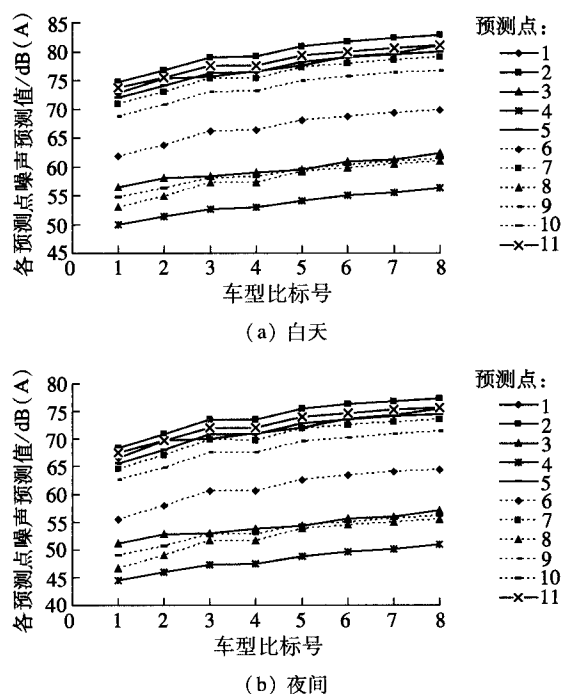


图5 各预测点白天和夜间噪声值随车型比的变化

4 结语

本文首先结合南京市现有城市道路的平均车速、车流量等参数建立了城市普通道路(非高架、隧道段)的噪声预测通用模型,然后分别分析了车流量、车速、车道数和车型比对噪声的影响。研究表明:车流量越大,噪声越大,噪声增加的速度随交通量基数的增加而变缓;随着车速的增加,噪声缓慢降低后快速直线增加;随着车道数的增加,噪声有所增加,预测点距离道路中心点越近,噪声的增幅越大,距离道路中心线越远,受到的影响越小,甚至几乎没有影响;随着大型车比例的增加,噪声增加,但增速变慢。本文建立的普通城市道路(非高架、隧道)通用模型使得研究成果应用范围更广,同时利用该模型经 SoundPLAN 软件分析可得到各种交通管制因素对噪声变化的影响,为城市道路噪声的预防和控制提供了一定的依据。

参考文献 (References)

[1] 车宏宇. 城市路网声环境影响评价中若干关键问题的

研究[D]. 大连:大连理工大学环境科学与工程学院, 2007.

[2] 李本纲,陶澍. 道路交通噪声预测模型研究进展[J]. 环境科学研究, 2002, 15(2): 56-59.

Li Bengang, Tao Shu. Progress in road traffic noise prediction model study[J]. *Research of Environmental Sciences*, 2002, 15(2): 56-59. (in Chinese)

[3] Barry T M, Reagan J A. FHWA highway traffic noise prediction mode[R]. Washington DC, USA: US Department of Transportation, 1978.

[4] 刘涛. 城市道路交通噪声影响因素与传播规律分析[D]. 西安:长安大学建筑学院, 2009.

[5] Road Construction Section of the Federal Ministry for Transport. Directives for anti-noise protections along roads [R]. Berlin, Germany: Ministry for Transport, 1990.

[6] Garcia A, Faus L J. Statistical analysis of noise levels in urban areas[J]. *Applied Acoustics*, 1991, 34(4): 227-247.

[7] Brown A L. Noise assessment when it matters: environmental evaluation integrated with road network planning [C]//*Proceedings of the 15th ARRB Conference*. Darwin, Australia, 1990: 66-77.

[8] 徐琛,吴芳,李志成,等. 交通噪声预测模型研究与分析[J]. 兰州交通大学学报, 2008, 27(4): 58-61.

Xu Chen, Wu Fang, Li Zhicheng, et al. Research and analysis of traffic noise forecast models [J]. *Journal of Lanzhou Jiaotong University*, 2008, 27(4): 58-61. (in Chinese)

[9] 张蓉蓉,朱莉. 改进的 BP 模型在噪声预测中的应用[J]. 计算机与数字工程, 2009, 37(8): 176-178.

Zhang Rongrong, Zhu Li. Application of improved BP neural network in noise forecasts [J]. *Computer and Digital Engineering*, 2009, 37(8): 176-178. (in Chinese)

[10] 谢江,张建强,李启彬,等. 常用几种公路交通噪声预测模式准确性分析[J]. 四川环境, 2011, 30(4): 105-111.

Xie Jiang, Zhang Jianqiang, Li Qibin, et al. Analysis of accuracy of common highway traffic noise prediction models [J]. *Sichuan Environment*, 2011, 30(4): 105-111. (in Chinese)

[11] 刘晓艳. 城市道路交通噪声三维预测模型与可视化研究[D]. 南京:南京师范大学地理科学学院, 2010.