

文章编号:1006-1355(2014)01-0104-05

噪声预测模式中不同车速取值方法的比较

梁常德¹, 张军波¹, 王大岩¹, 何晋勇²

(1. 深圳市人居环境技术审查中心, 广东 深圳 518057;

2. 深圳深态环境科技有限公司, 广东 深圳 518000)

摘要:以深圳市高速公路、城市快速路、城市主干道等三类较高等级城市道路交通噪声为研究对象,对《环境影响评价技术导则 声环境》(HJ 2.4-2009)中推荐的道路交通噪声预测模式分别采用预测车速、实际车速、设计车速等三种不同车速取值方法,进行模式预测与实测结果的对比研究,验证分析不同车速取值方法下模式预测结果的准确性。研究结果可为HJ 2.4-2009导则中道路交通噪声预测模式的应用提供参考。

关键词:声学;交通噪声;预测模式;车速;声导则

中图分类号:TB5;TU112.3

文献标识码:A

DOI编码:10.3969/j.issn.1006-1355.2014.01.024

Comparison and Analysis of Vehicle's Speed Selection Methods in Noise Prediction Models

LIANG Chang-de¹, ZHANG Jun-bo¹, WANG Da-yan¹, HE Jin-yong²

(1. The Technology Review Center of Shenzhen Habitation and Environment,
Shenzhen 518057, Guangdong China;

2. Shenzhen Deep Ecology Environmental Technology Co. Ltd., Shenzhen 518000, Guangdong China)

Abstract: Taking the traffic noises in high-speed roads, expressways and main traffic roads in Shenzhen as the research objects, three different vehicle's speed selection methods recommended by "Technical Guidelines for Environmental Impact Assessment of Environmental Noise" (HJ2.4-2009), including the predictive speed, actual speed and design speed, are compared and analyzed. Results of the road traffic noise by the prediction model are compared with the measured noise, and the accuracy of the noise prediction model by using different vehicle's speed selection methods is validated. The research results can be used as a reference for application of the noise prediction model in HJ2.4-2009 guideline.

Key words: acoustic; traffic noise; prediction model; vehicle speed; sound guideline

科学、准确的道路交通噪声环境影响评价预测方法对噪声防治至关重要,目前环境保护部推荐采用的道路交通噪声预测公式为《环境影响评价技术导则 声环境》(HJ2.4-2009)中的模式(简称“09声导则模式”),该模式并未明确平均辐射声级的计算和汽车平均行驶车速的取值方法^[1]。在实际应用中,模式中的平均辐射声级一般沿用《公路建设项目环

境影响评价规范》(JTGB03-2006)中的推荐公式^[2],但对汽车平均行驶车速的取值方法仍存在较大争议,包括:(1)沿用JTGB03-2006中通过车流量预测车速的方法(即“预测车速”);(2)通过实际监测或类比监测获得实际行驶车速(即“实际车速”);(3)直接取道路设计车速作为平均行驶车速(即“设计车速”)。

本文以深圳市多条不同等级城市道路的交通噪声为研究对象,在实际监测的基础上,分别按预测车速、实际车速和设计车速这三种不同车速取值方法进行模式计算,验证采用不同车速取值方法下模式预测结果的准确性,以便为环境影响评价中09声导则模式的应用提供参考。

收稿日期:2012-01-22

作者简介:梁常德(1980-),男,广东韶关人,硕士,国家注册环保工程师,中国声学学会会员,主要从事噪声与振动控制方面工作。

E-mail: lcd1119@tom.com

1 现场监测数据

本文选取深圳城市高速公路、城市快速路和城市主干道三类较高等级的7条典型城市道路作为研究对象(包括2条高速公路、2条快速路、3条主干道)。每条道路监测断面测点依次设置在距道路中心线水平距离20 m、40 m、60 m、80 m、100 m、120 m、140 m等不同距离,同时监测记录噪声值,以及通过的各种类型车的车流量和行驶车速。

高速公路包括梅观高速和水官高速。梅观高速为双向10车道,沥青混凝土路面,设计车速100 km/h;水官高速为双向10车道,SMA降噪路面,设计车速80 km/h。

城市快速路包括北通道和笋岗西路。北通道为双向8车道,沥青混凝土路面,设计车速80 km/h;笋岗西路为双向8车道,SMA降噪路面,设计车速80 km/h。

城市主干道包括留仙大道、红荔路和龙翔大道。留仙大道和红荔路均为双向8车道,沥青混凝土路面,设计车速60 km/h;龙翔大道为双向10车道,沥青混凝土路面,设计车速60 km/h。

各道路监测断面相关监测数据详见表1。

2 噪声预测及结果分析

2.1 噪声预测模式

2.1.1 模式基本公式

《环境影响评价技术导则 声环境》(HJ 2.4-2009)中推荐的道路交通噪声预测模式为^[3]

$$L_{eq}(h)_i = (\bar{L}_{oe})_i + 10 \lg\left(\frac{N_i}{V_i T}\right) + 10 \lg\left(\frac{7.5}{r}\right) + 10 \lg\left(\frac{\psi_1 + \psi_2}{\pi}\right) + \Delta L - 16 \quad (1)$$

$$L_{eq}(T) = 10 \lg\left[10^{0.1Leq(h)_{大}} + 10^{0.1Leq(h)_{中}} + 10^{0.1Leq(h)_{小}}\right] \quad (2)$$

式(1)、(2)中: $Leq(h)_i$ 为第*i*类车的小时等效声级, dB(A); $(LoE)_i$ 为第*i*类车、速度为 V_i 、水平距离为7.5m处的能量平均辐射声级, dB(A); N_i 为昼间或夜间通过某个预测点的第*i*类车平均小时车流量, 辆/h; r 为从车道中心线到预测点的距离, m, 适用于 $r > 7.5$ m 预测点的噪声预测; V_i 为第*i*类车的平均行驶车速, km/h; T 为计算等效声级的时间, 1 h; ψ_1 、 ψ_2 为预测点到有限长路段两端的张角, 弧度; ΔL 为由其它因素(坡度、路面、障碍物等)引起的噪声修正量, dB(A)。

2.2.1 模式参数计算公式

(1) 平均辐射声级 $(LoE)_i$

HJ2.4-2009中推荐的预测模式中对7.5 m处的平均辐射声级的计算并没有明确, 目前大多沿用《公路建设项目环境影响评价规范》(JTGB 03-2006)中推荐的计算方法, 计算公式如下^[4]

小型车

$$LoS = 12.6 + 34.7 \lg V_s \quad (3)$$

中型车

$$LoM = 8.8 + 40.48 \lg V_m \quad (4)$$

大型车

$$LoL = 22.0 + 36.32 \lg V_L \quad (5)$$

式中 S 、 M 、 L ——分别表示小、中、大型车;

表1 典型道路噪声、车流量、车速监测数据

道路名称	距道路中心线不同距离测点噪声实测值 dB(A)							平均车流量(辆/h)			平均行驶车速(km/h)		
	20 m	40 m	60 m	80 m	100 m	120 m	140 m	大车	中车	小车	大车	中车	小车
梅观高速	70.9	65.7	63.6	59.1	58.2	56.3	55.9	420	780	5 360	83	87	89
水官高速	72.4	66.8	63.3	61.5	60.2	58.8	—	480	360	4 200	69	72	77
北通道	72.5	66.6	62.8	60.3	58.2	56.5	—	480	810	2 700	59	70	75
笋岗西路	70.2	66.3	62.2	58.2	56.7	55.6	—	13	390	5 230	49	57	68
留仙大道	67.0	60.5	55.4	53.4	52.2	—	—	120	540	2 220	32	42	56
红荔路	71.1	61.1	54.9	54.6	52.5	51.9	—	0	630	2 640	—	32	56
龙翔大道	68.4	60.3	52.9	50.9	47	46.4	45.8	0	180	1760	—	34	55

备注: 车型的分类按照: 小型车: 重量不超过3.5 t; 中型车: 重量3.5 t~12 t; 大型车: 重量超过12 t。

V_i ——第*i*型车的平均行驶速度, km/h。

(2) 平均行驶车速 V_i

因HJ2.4-2009中推荐的预测模式对汽车平均行驶车速的取值并没有明确,在实际应用中,有采用直接取设计车速或实测车速方法,也有通过车流量预测车速的方法。对于通过车流量预测车速,大多沿

用《公路建设项目环境影响评价规范》(JTGB 03-2006)中推荐的预测车速计算方法^[4]

$$V_i = k_1 u_i + k_2 + \frac{1}{k_3 u_i + k_4} \quad (6)$$

$$u_i = vol \times [\eta_i + m_i(1 - \eta_i)] \quad (7)$$

式中 v_i 为第*i*型车的预测车速, km/h, 当设计车速小于 120 km/h 时, 该型车预测车速按比例降低; u_i

表2 平均行驶车速计算公式系数

车型	K_1	K_2	K_3	K_4	m_i
小型车	-0.061 748	149.65	-0.000 023 696	-0.020 99	1.210 2
中型车	-0.057 537	149.38	-0.000 163 90	-0.012 45	0.804 4
大型车	-0.051 900	149.39	-0.000 142 02	-0.012 54	0.709 57

第*i*型车的当量车数; η_i 第*i*型车的车型比; vol 单车道车流量, 辆/h; m_i 其他2类车型的加权系数; k_1, k_2, k_3, k_4 分别为系数, 按表2取值。

(3) 纵坡修正量 $\Delta L_{\text{坡度}}$

小型车: $\Delta L_{\text{坡度}} = 50 \times \beta \quad (8)$

中型车: $\Delta L_{\text{坡度}} = 73 \times \beta \quad (9)$

大型车: $\Delta L_{\text{坡度}} = 98 \times \beta \quad (10)$

式中 β 为公路纵坡坡度, %。

(4) 路面修正量 $\Delta L_{\text{路面}}$

不同路面材料引起的噪声修正量按表3取值。

(5) 障碍物衰减修正量 ΔS

指由声屏障、建筑物、树木、路堤等遮挡物引起的噪声衰减量, 参考屏障衰减计算公式^[5]。

2.2 噪声预测结果

为研究不同汽车平均行驶车速 V 取值方法下模式预测的准确性, 分别设定汽车平均行驶车速三种不同取值方法如下:

方法1: 取预测车速, 预测车速的计算采用公式6和公式7计算; 方法2: 直接取实际车速(即实测车

速或通过类比监测获得行驶车速); 方法3: 直接取该道路的设计车速。

以表1实际监测数据为基础, 在上述不同平均行驶车速取值方法下, 采用09声导则模式对深圳市多条典型城市道路预测点进行噪声计算, 预测结果见表4。本文以预测模式在不同距离测点求算的平均误差值大小作为衡量模式预测误差的大小, 用以评价不同方法下模式预测的准确程度或精度。

2.2 预测结果与实测结果对比分析

基于上述三种不同车速取值方法下的模式预测结果与实测结果对比见图1—图7。

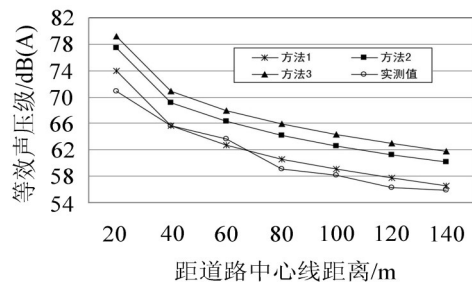


图1 梅观高速噪声预测与实测对比图

从图1—图7可知, 基于不同车速取值方法下模式预测与实测结果的噪声衰减曲线趋势均具有较好的一致性, 说明09声导则模式对城市高速公路、城市快速路和城市主干道等较高等级道路的噪声预测具有较好的适用性。从预测与实测结果的对比图可知, 基于设计车速方法和实际车速取值方法的模式预测结果与实测结果偏离较大, 而基于预测车速取值方法的模式预测结果与实测结果很接近。

表3 常见路面噪声修正值 单位: dB(A)

路面类型	不同行驶速度修正量 km/h		
	30	40	≥ 50
沥青混凝土	0	0	0
水泥混凝土	1.0	1.5	2.0
SMA 路面	0	-1.0	-2.0~ -3.0

表4 模式预测值及平均误差

道路名称	模式方法	距道路中心线不同距离测点噪声预测值 dB(A)							平均误差 dB(A)
		20 m	40 m	60 m	80 m	100 m	120 m	140 m	
梅观高速	方法1	73.9	65.7	62.7	60.6	59.1	57.7	56.5	1.2
	方法2	77.5	69.2	66.3	64.2	62.6	61.3	60.1	4.5
	方法3	79.2	70.9	68.0	65.9	64.3	63.0	61.8	6.2
水官高速	方法1	74.3	67.6	64.4	61.6	59.8	58.3	—	0.9
	方法2	78.1	71.4	68.2	65.4	63.6	62.1	—	4.7
	方法3	79.4	72.7	69.4	66.7	64.9	63.4	—	6.0
北通道	方法1	73.3	66.6	63.4	60.8	59	57.5	—	0.6
	方法2	76.3	69.7	66.5	63.8	62.1	60.6	—	3.7
	方法3	78.7	72.1	68.9	66.2	64.5	63.0	—	6.1
笋岗西路	方法1	71.8	64.7	61.9	58.4	55.8	54.5	—	0.9
	方法2	74.2	67.1	64.3	60.8	58.3	56.9	—	2.1
	方法3	76.6	69.5	66.7	63.2	60.6	59.3	—	4.5
留仙大道	方法1	69.2	60.8	55.7	53.5	51.9	—	—	0.6
	方法2	70.7	62.2	57.2	55	53.4	—	—	2.0
	方法3	74.2	65.7	60.6	58.5	56.8	—	—	5.5
红荔路	方法1	69	60.6	56.3	53.9	51.4	49.9	—	1.3
	方法2	70.1	61.7	57.4	55	52.5	51	—	0.9
	方法3	73.3	64.9	60.7	58.2	55.7	54.2	—	3.5
龙翔大道	方法1	67.8	59.5	54.2	50	47.7	46.2	44.9	0.8
	方法2	68.8	60.5	55.2	51	48.7	47.2	45.9	0.8
	方法3	71	62.7	57.3	53.2	50.9	49.4	48.1	3.0

备注: 预测值与实测值之差定义为误差; 误差的绝对值定义为绝对误差; 误差绝对值的算式平均值定义为平均误差。

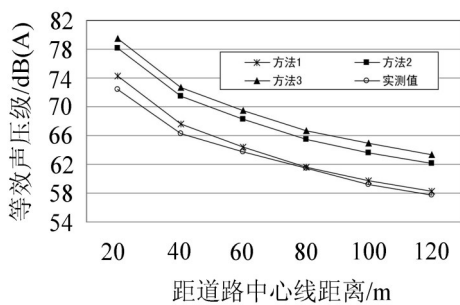


图2 水官高速噪声预测与实测对比图

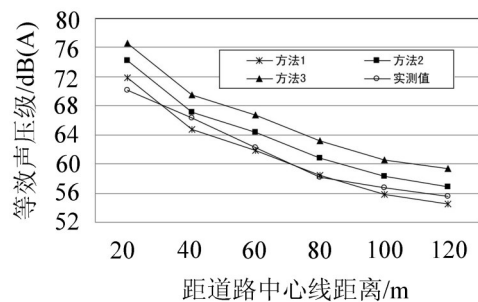


图4 笋岗西路噪声预测与实测对比图

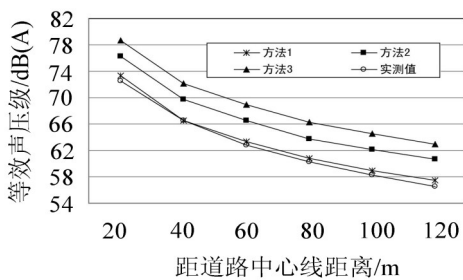


图3 北通道噪声预测与实测对比图

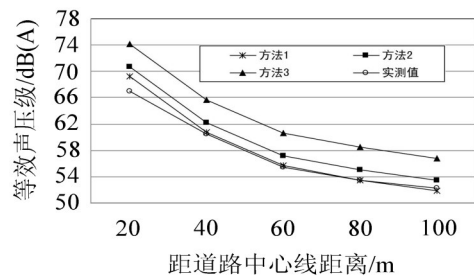


图5 留仙大道噪声预测与实测对比图

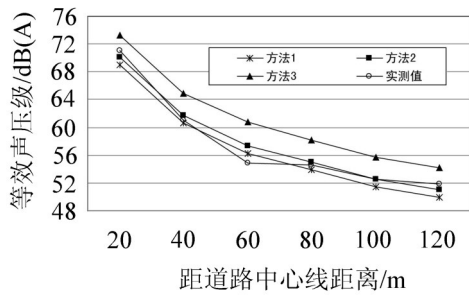


图6 红荔路噪声预测与实测对比图

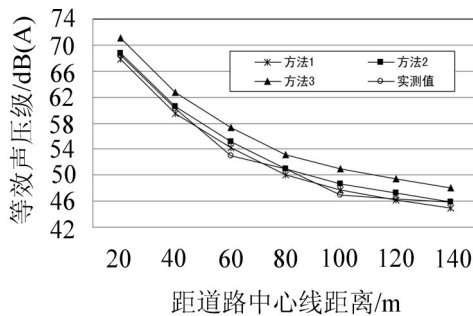


图7 龙翔大道噪声预测与实测对比图

根据表4中多条不同等级道路噪声预测误差计算结果可知:方法1的最大平均误差1.2 dB(A),最小平均误差0.6 dB(A),平均值0.9dB(A);方法2的最大平均误差4.7 dB(A),最小平均误差0.8 dB(A),平均值2.7 dB(A);方法3的最大平均误差6.2 dB(A),最小平均误差3.0 dB(A),平均值4.9 dB(A)。不同车速取值方法的模式预测误差大小依次为:方法1>方法2>方法3,由此可见,总体而言,采用预测车速的方法其预测结果与实测结果最为接近,其次为采用实际车速的方法,预测结果与实测结果相差最大的是采用道路设计车速的方法。

方法1的误差平均值为0.9 dB(A),方法2的误

差平均值为2.7 dB(A),方法3的误差平均值为4.9 dB(A)。方法1和方法2的误差平均值均在3.0 dB(A)以内,属于可接受的预测误差范围,这两种方法可用于噪声预测;方法3的模式预测结果误差平均值高达4.9 dB(A),该方法不建议用于噪声预测。因此,建议在09声导则模式应用中,平均行驶车速的确定应优先考虑取基于车流量计算的预测车速,其次为实测车速或参考同类道路的实际车速,不建议取道路设计车速。

3 结语

在环境影响评价中,《环境影响评价技术导则声环境》(HJ2. 4-2009)中推荐的道路交通噪声预测模式并未明确平均辐射声级的计算和汽车平均行驶车速的取值方法。在实际应用中,平均辐射声级一般可沿用《公路建设项目环境影响评价规范》(JTGB03-2006)中推荐的平均辐射声级计算公式,而对于汽车平均行驶车速的取值,建议应优先考虑取基于车流量计算的预测车速,其次为实测车速或参考同类道路的实际车速,不建议取道路设计车速。

参考文献:

- [1] 吴敬慧, 卢振兰. 对道路交通噪声预测模式的探讨[J]. 环境科学与管理, 2012 (3): 190.
- [2] 康春玉. 对常用的几种公路交通噪声预测模式的探讨[J]. 能源与环境, 2010 (3): 54-55.
- [3] HJ2. 4-2009. 环境影响评价技术导则—声环境[S]. 北京: 中华人民共和国环境保护部, 2009.
- [4] JTGB03-2006. 公路建设项目环境影响评价规范[S]. 北京: 中华人民共和国交通部, 2006.
- [5] 徐令伦. 高速公路交通噪声预测模式预测及源强的探究[D]. 成都: 西南交通大学, 2011: 15-17.

(上接第103页)

(2) 轮胎力传递性能的对标分析, 建立轮胎与车内噪声的关系, 确定轮胎与车轮的合理刚度要求;

(3) 在车辆先期开发过程中, 作为路噪评估的载荷输入, 并尽量避免峰值点和悬架与车身的结构共振耦合;

一般的, 路面噪声分析只考虑轮心平动力的影响, 本文所述的技术为汽车工程师全面理解和分析轮心力提供了手段, 在某些问题上, 轮心扭矩的作用是不能忽略的, 且RX往往产生较大的影响。

参考文献:

- [1] 刘东明, 项 觉, 罗 清. 传递路径分析技术在车内噪

声与振动研究与分析中的应用[J]. 噪声与振动控制, 2007, 27 (5): 73-77.

- [2] LMS 软件手册[Z].
- [3] Joonhyung Park, Perry Gu. Operational spindle load estimation methodology for road nvh applications[EB/OL]. Noise and Vibration Conference & Exposition Traverse City, Michigan. April 30 - May 3, 2001.
- [4] Charles Gagliano, Andrea Martin, Jared Cox. Hybrid full vehicle model for structure borne road noise prediction [EB/OL]. SAE 2005 Noise and Vibration Conference and Exhibition Traverse City, Michigan. May 16-19, 2005.