

高速公路交通噪声预测模型探讨

贾亮¹ 范东平² 宋旭辉¹ 徐文彬¹

(1. 广东工业大学环境科学与工程学院, 广东 广州 510006 ;

2. 环境保护部华南环境科学研究所, 广东 广州 510655)

摘要: 针对我国当前广泛使用的2种高速公路噪声预测模型《06规范》预测模型与《09导则》预测模型在预测时比较研究,重点利用环境现状监测数据分别对2种模型验证与对比分析。结果表明2种模型预测值与实测值相差3dB~5dB,车流量>300辆/h,《09导则》更接近实测值;在夜间车流量<300辆/h,《06规范》更接近实测值。2种模型结合采用《06规范》计算的车速,距离衰减考虑车流量的大小,在此基础上应用《09导则》,预测结果与实测值更为接近。

关键词: 高速公路; 交通噪声; 预测模式

中图分类号: TU 443

文献标识码: B

文章编号: 1006-2009(2013)01-0055-04

The Empirical Research on Expressway Noise Prediction Models

JIA Liang¹, FAN Dong-ping², SONG Xu-hui¹, XU Wen-bin¹

(1. School of Environmental Science and Engineering, Guangdong University of Technology,

Guangzhou, Guangdong 510006, China; 2. South China Institute of Environmental

Sciences, MEP, Guangzhou, Guangdong 510655, China)

Abstract: Expressway noise is one of the main pollution sources of environmental pollution, and highway noise impact assessment is an important foundation for the work to control its pollution. Traffic noise prediction is an important part of the EIA of expressway construction, so this article makes an analysis of two noise prediction models in the process of prediction, the specification model of Version 2006 (JTGB 03-2006) and the specification model of Version 2009 (HJ 2.4-2009), which are applied to noise prediction widely in China nowadays. The study focuses on verifying both models and working on comparative analysis using the environment monitoring data, and then get that the calculated results with both models differ by 3dB~5dB from the measured values. And what is more, under conditions of the vehicle flowrate bigger than 300, the results with the specification model of Version 2009 is closer to the measured values, otherwise the results with the specification model of Version 2006 is closer to the measured values. Combining the two models together, adopting the criterion of specification model of Version 2006 to calculate cars' speed, considering the vehicle flowrate when working on the distance attenuation, and then applying the model of Version 2009, the predicted values will be even closer to the measured values.

Key words: Motorway; Traffic noise; Prediction models

近年来高速路的修建在我国得到了很大的发展,高速公路交通量大、通行速度快,对经济建设起着举足轻重的作用,但同时也带来非常严重的交通噪声污染^[1]。公路交通噪声是我国《环境噪声污染防治法》规定的“交通噪声”中主要环境噪声污染类型之一,是目前环境噪声污染较为严重,涉及面最广,影响范围最大,影响人口众多的一类主要

环境噪声污染源^[2-5]。而解决高速路噪声污染问题不仅要依靠后期加强防治措施,前期对其噪声影响进行科学准确的预测评估尤其重要。高速路噪声环评是控制高速公路交通噪声污染的重要基础

收稿日期: 2012-11-06; 修订日期: 2012-11-25

作者简介: 贾亮(1987—),男,助理工程师,硕士,主要从事环境规划、环境评价方面的研究。

工作。在高速公路噪声环境影响预测中模式的选取及其参数的确定是准确预测的必要前提^[6]。针对目前国内比较广泛使用的 2 种预测模型,选取比较有代表性的高速公路而进行实测与预测的验证及对比分析,从而提出优化模型,对今后的道路环评工作起到借鉴作用。

1 国内外高速路噪声预测模式的现状与比较

公路交通噪声系统是复杂的随机动态系统,目前国外相继开发出基于当地的道路交通预测模型,比较有代表性的是美国联邦高速公路管理局于 1978 年 12 月发布了 FHWA 高速公路交通噪声预测模型^[7],英国交通部于 1975 年发布了 CRTN

(Calculation of Road Traffic Noise) 模型,1998 年又发布了其改进版 CRTN 88^[8],以及德国交通部公路建设司分别于 1981 年和 1990 年发布了 RLS 81 模式及其改进版 RLS 90 模型^[9]。

国内也以规范和导则的形式相继发布了若干交通噪声的各种预测模型,其中目前使用比较广泛的是《公路建设项目环境影响评价规范》(JTGB 03 - 2006) (以下简称《06 规范》) 和《环境影响评价技术导则—声环境》(HJ 2. 4 - 2009) (以下简称《09 导则》) ,都是根据噪声产生与传播原理或数学统计分析方法提出的半经验模型,表达的内容主体一致,都是噪声源强和其他附加衰减项及修正项之和,见表 1。

表 1 2 种预测模式的对比
Table 1 Comparison of the two road traffic prediction models

模式	《06 规范》模型	《09 导则》模型	备注
参照点位置	距等效行车道中心线 7.5 m	距行车道中心线 7.5 m	《06 规范》与环保部《09 导则》相同
适用范围	适用于双向 6 车道及以下高速公路、一级公路和二级公路;预测点在距离等效行车线 7.5 m 以远处;车辆平均行驶速度为 48 km/h ~ 140 km/h	适用于 $r > 7.5$ m 预测点的噪声预测	不同
车速	$V_i = k_1 u_1 + k_2 + \frac{1}{k_3 u_i + k_4}$ $u_i = N_{\text{单车道小时}} [\eta_i + m^i (1 - \eta)]$ 当设计车速 < 120 km/h 时,该型车预测车速按比例降低。	未明确计算方法	不同
平均辐射声级 L_{oi}	7.5 m 处平均辐射声级 小型车: $L_{os} = 12.60 + 34.73 \lg V_s + \Delta L_{\text{路面}}$ 中型车: $L_{om} = 8.8 + 40.48 \lg V_M + \Delta L_{\text{纵坡}}$ 大型车: $L_{ol} = 22.0 + 36.32 \lg V_L + \Delta L_{\text{纵坡}}$	7.5 m 处平均辐射声级,未明确计算方法	《09 导则》中未明确计算方法外,《06 规范》有明确计算公式
$\Delta L_{\text{距离}}$	小时交通量 > 300 辆 $\Delta L_{\text{距离}} = 10 \lg \frac{r_0}{r}$; 小时交通量 < 300 辆 $\Delta L_{\text{距离}} = 15 \lg \frac{r_0}{r}$	$\Delta L_{\text{距离}} = 10 \lg \frac{7.5}{r}$	《06 规范》模型按车流量不同采用不同的衰减公式,《09 导则》模型均采用线声源衰减公式
$\Delta L_{\text{有限路段}}$	$10 \lg \left(\frac{\theta}{180^\circ} \right)$	$10 \lg \left[\frac{\Psi_1, \Psi_2}{\pi} \right]$	《06 规范》模型与《09 导则》模型无差别
$\Delta L_{\text{其他}}$	公路纵坡、公路路面材料引起的交通噪声源强修正量,地面吸收衰减量,障碍物衰减量	公路纵坡、公路路面材料引起的交通噪声源强修正量,声传播途径衰减量,由反射等引起的修正量	规范模型考虑了地面吸收衰减量,未考虑空气吸收衰减量,反射等引起的修正量。导则模型考虑增加了反射等引起的修正量、空气吸收衰减量、其他原因引起的衰减量
常数	- 16	- 16	相同

2 预测模型对高速路预测与实测的结果比较

选取广珠东线以及广清高速作为研究对象,分别采用环评工作中的 2 种常用预测模型根据监测点的位置、车流量、车型比等参数计算道路总车流等效声级,并对预测结果进行对比分析。

2.1 预测模式

由于《09 导则》里面没有明确规定采用何种预测模式计算单车噪声源强车速,分别选取参照《06

规范》的计算模式及设计车速 2 种情况预测比对。

2.1.1 预测模式①

《06 规范》模型:车速及其他附加项全部按《06 规范》模型计算。

2.1.2 预测模式②

《09 导则》模型:车速和单车辐射声级按《06 规范》模型计算,其他附加项按《09 导则》模型计算。

2.1.3 预测模式③

《09 导则》模型: 车速为设计车速, 单车辐射声级按《06 规范》模型计算, 其他按《09 导则》模型计算。

2.2 道路交通噪声监测

2.2.1 监测断面

为减少附加衰减项及修正项对预测结果精度的影响, 选择广东省内 2 条高速公路(广珠东线高速与广清高速)均满足以下条件^[10]: ①背景值干扰小, 所选路段噪声源除了交通噪声外没有其他噪声影响。②在监测路段两侧有空旷的视野, 至少在 100 m 范围内没有任何障碍物。③所选路段均平直。

2.2.2 监测路段参数

(1) 广珠东线高速为双向 6 车道, 路基宽度 33.5 m, 设计车速为 120 km/h, 采用沥青混凝土路面 2 m 高度差, 该路段监测点处的实测昼、夜车流量及车型比见表 2。

表 2 广珠东线各型车车流量与车速
Table 2 The traffic volume and speed of the Guangzhou-Zhuhai highway

时段	车型	Q(车流量) /(辆·h ⁻¹)	车型比 /%	v(车速) /(km·h ⁻¹)
昼间	小	2 644	69.65	65 ~ 90
	中	300	7.91	70 ~ 80
	大	852	22.44	60 ~ 75
夜间	小	1 500	69.83	65 ~ 85
	中	108	5.03	70 ~ 80
	大	540	25.14	60 ~ 75

(2) 广清高速为双向四车道, 路基宽度为 26 m, 设计车速为 100 km/h, 沥青混凝土路面, 无高度差, 该路段监测点处的实测昼、夜车流量及车型比见表 3。

表 3 广清高速各型车车流量与车速
Table 3 The traffic volume and speed of the eastern Guangzhou-Qingyuan highway

时段	车型	Q 车流量 /(辆·h ⁻¹)	车型比 /%	v(车速) /(km·h ⁻¹)
昼间	小	2640	75.47	65 ~ 90
	中	372	10.64	70 ~ 80
	大	486	13.89	60 ~ 75
夜间	小	888	74	65 ~ 85
	中	126	6	70 ~ 80
	大	240	20	60 ~ 75

2.3 高速路预测值与实测值的对比

高速路预测值与实测值的对比图 1(a)(b)(c)(d)。由图 1(a)(b) 可见, 昼间模式①和模式②预测结果与实测值相比, 模式②更为接近, 主要原因为昼间两条高速路的车流量均 > 300 辆/h, 2 种预测模式基本相同, 但模式②综合考虑了空气吸收衰减等衰减量, 所以更接近于实测值。夜间模式①预测结果与实测值最为接近, 模式②次之。由于夜间大型车或者中型车的车流量达不到 300 辆/h, 导致 2 种模型在计算距离衰减量时偏差比较大。此外, 在所采用的 3 种模型中, 采用设计车速的模型③与实测值之间的偏差昼夜间均最大。

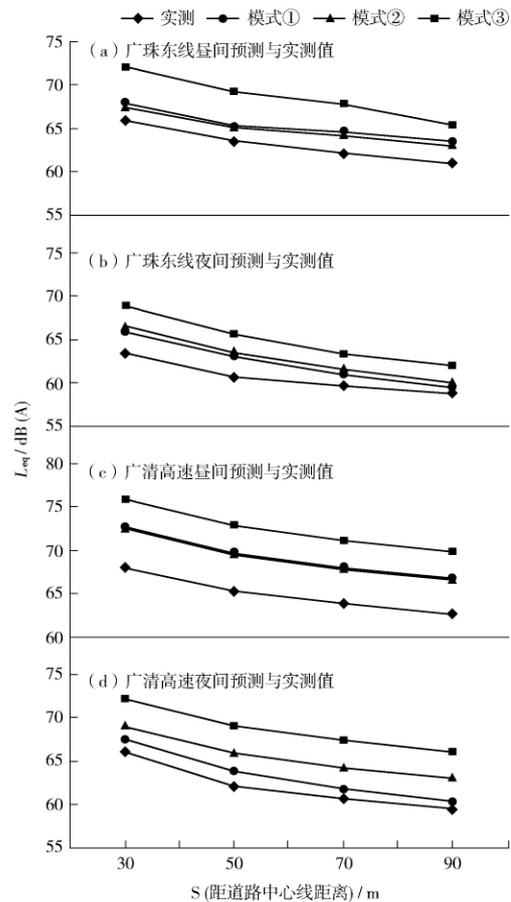


图 1 高速路预测值与实测值的对比

Fig. 1 Comparison of different prediction results

3 结果与讨论

文献[11]中做了市政道路的预测与实测分析, 对比市政路来讲, 高速路夜间噪声预测与实测值的偏差更大, 主要原因在于高速路上车辆运行速

度要远远大于市政路的速度,而且高速路上大、中型车在夜间比例与市政路相比要大很多。此外,高速路常常与路两侧敏感点有一定的高度差。因此,在高速路噪声预测过程中,车速及车型比均异于普通的市政道路,且往往需要考虑由路堤或路堑引起的修正项。

3.1 预测模型与实测值间误差分析

3.1.1 预测与实测车速

在噪声预测模型中《09 导则》并未固定车速的计算方法,目前在噪声预测过程当中运用的比较多的是《06 规范》车速计算公式,而设计车速以及计算车速与实际车速有一定偏差,尤其是高速路模型计算车速往往小于实际车速。

3.1.2 《09 导则》距离衰减的误差

《09 导则》中距离衰减量完全按照线声源来计算,通过前面预测实测对比分析图可以看出在夜间当大型车中型车车流量 < 300 辆/h 时,《06 规范》的噪声预测值比《09 导则》更接近实测值。这说明距离衰减量的计算根据车流量的不同分别按照点声源和线声源计算更为精确。

3.1.3 其他衰减量以及监测过程中的误差

《06 规范》与《09 导则》在其他衰减量方面不同,规范模式考虑了地面吸收衰减量,未考虑空气吸收衰减量,反射等引起的修正量。导则模式考虑增加了反射等引起的修正量、空气吸收衰减量、其他原因引起的衰减量,导则模型更加全面。此外在监测过程当中一些偶然因素也可能导致实测值误差,进而导致预测与实测之间的误差。

3.2 提出优化模型

(1) 模式③预测值与实测值的差距比较大,主要原因在于设计车速与实际车速的偏差往往导致预测值偏大。在高速路噪声预测中车速的选取不可带入设计车速计算。

(2) 通过图 1(a)(d) 的夜间的对比分析可见,在夜间模式②预测值与实测值偏差较昼间而言较大,这是由于夜间大型车或者中型车的车流量可能 < 300 辆/h,仍然按线声源计算往往高估了噪声

值,距离衰减量的选取要考虑车流量更加合理。

(3) 通过图 1(a)(b)(c)(d) 的综合对比,模式②和模式①预测值与实测值比较接近,前者与实测值符合性更高,即采用《06 规范》计算车速以及其他衰减量采用《09 导则》中的衰减量更为精确。

综上所述由于《09 导则》模型中涉及的衰减项比较齐全,并且为最新的理论成果,结合目前实际的环评工作,可以将《06 规范》与《09 导则》模型结合,采用模式②的预测模式进行高速路噪声预测:车速及噪声源强可以采用《06 规范》模型进行计算,距离衰减考虑车流量的大小,然后在此基础上应用《09 导则》,这样得到的噪声预测值最为精确。

[参考文献]

- [1] 孟繁军. 浅谈高速公路噪音污染及治理[J]. 科技创新导报, 2009(8): 74.
- [2] 赵剑强. 公路交通与环境保护[M]. 北京: 人民交通出版社, 2002.
- [3] 国家统计局. 中国统计年鉴 2010[M]. 北京: 国家统计局, 2010.
- [4] KURAKULA V. A GIS-based approach for 3D noise modeling using 3D city model[D]. Netherlands: International institute for Geo-information Science and Earth Observation, 2007.
- [5] 李本纲, 陶澍. 城市道路交通噪声评价方法研究进展[J]. 交通环保. 2001, 22(5): 5-9.
- [6] 孙铭, 董魏, 刘昕, 等. 高速公路声环境影响评价中预测与实测的对比 - 以沪宁高速公路江苏段扩建工程为例[J]. 复旦学报(自然科学版) 2004, 43(6): 983-987.
- [7] BARRY T M, REAGAN J A. FHWA highway traffic noise prediction model[R]. Washington, D. C.: US federal highway administration, 1978.
- [8] Department of transport and welsh office UK(Do T UK). Calculation of road traffic noise[R]. London: HMSO, 1988.
- [9] Road construction section of the federal ministry for transport (RCSFMT). Directives for anti-noise protection along roads[R]. Berlin: Ministry for Transport, 1990.
- [10] 中华人民共和国环境保护部. HJ 552-2010 建设项目竣工环境保护验收技术规范[S]. 北京: 中国环境科学出版社, 2010.
- [11] 范东平. 道路交通噪声预测模型分析及实证研究[D]. 广州: 广东工业大学, 2012.

启事

本刊已许可中国学术期刊(光盘版)电子杂志社在中国知网及其系列数据库产品中,以数字化方式复制、汇编、发行信息网络传播本刊全文。该社著作权使用费与本刊稿酬一并支付。作者向本刊提交文章发表的行为即视为同意上述声明。