

# 英国 CRTN 道路交通噪声预测模型在中国的适用性研究

汪 贇, 李宪同, 魏峻山, 刘砚华  
(中国环境监测总站, 北京 100012)

**摘 要:** 基于道路交通噪声 990 h 监测数据, 对英国 CRTN 模型中源强计算模型在中国的适用性进行了验证。试验结果表明, 理论计算与实测结果之间平均仅相差 0.57 dB(A), CRTN 源强预测模型在中国可以可靠地预测道路交通噪声。

**关键词:** 道路交通噪声计算模型; 交通; 噪声; 预测; 模型

中图分类号: X839.1

文献标识码: B

文章编号: 1674-6732(2013)-06-0035-03

## Evaluation of the Performance of the UK CRTN Traffic Noise Prediction Model in China

WANG Yun, LI Xian-tong, WEI Jun-shan, LIU Yan-hua  
(China National Environmental Monitoring Center, Beijing 100012, China)

**ABSTRACT:** Based on 990-hour road traffic noise data collected by automatic noise monitoring equipment, this paper evaluates the performance of the Calculation of Road Traffic Noise (CRTN) prediction method in China. The experimental result shows that the average difference between the theoretical and the measured results is only 0.57 dB(A), indicating that the CRTN prediction model is reliable and accurate for traffic noise prediction in China.

**KEY WORDS:** CRTN; traffics; noise; prediction; models

近年来, 噪声预测日渐成为国际上广泛采用的道路交通噪声评价手段, 美国、英国、德国、日本等国家各自提出了适合本国道路交通噪声特性的计算模型。其中, 英国交通部 1988 年发布的道路交通噪声计算模型 (Calculation of road traffic noise, 简称 CRTN 模型)<sup>[1]</sup>, 已经在英联邦国家和中国香港地区得到广泛应用, 并获得了英国法院承认。CRTN 模型不仅综合考虑了多种道路交通噪声影响因素, 且预测公式形式简洁, 对发展中国的道路交通计算模型具有很强的借鉴意义<sup>[2,3]</sup>。

然而, 与其他声学模型相同, CRTN 模型是基于大量的试验数据而提出的半经验公式。因为试验场地在英国, 同样的参数在其他国家未必具备良好的适用性<sup>[4,5]</sup>。因此有必要对 CRTN 模型在中国的适用性进行研究。

### 1 自动监测数据采集

对北京市某典型道路进行了近 2 个月的监测, 监测结束后, 由于供电、天气等原因产生少量无效数据, 共得到 990 h 的测量结果。试验中使用的监测仪器是珠海高凌噪声自动监测系统 NGL04

ENS, 包含噪声统计分析仪、交通流量测量仪及气象参数记录单元等功能。采用自动监测仪器进行试验不仅能够长时间连续昼夜监测, 全面反映道路在不同交通状况下噪声的排放情况, 并且可以同步自动记录噪声值的相关影响因素, 比如车速、车流量、天气情况等。研究中主要道路交通噪声小时统计声级  $L_{10}$ 、大型车/小型车每小时车流量  $f_{大}/f_{小}$  及小时平均车速  $v$ 。

试验测量的道路为典型城市道路, 双向 4 车道, 路面材质为沥青, 通行车辆以小型载客汽车和公交车为主, 大小车比例是 10% 左右。自动监测点位布设在平直路段边, 距离交叉路口 100 m 以上, 车流较均匀。点位距离近侧路边沿 12 m, 传声器高度选在 5 m, 避免了围墙、绿化带的遮挡作用, 测量的主要是直达声。

测量期间, 道路昼夜不同时间段车流量、车速相差较大, 平均车速  $v$  为 20.1 ~ 69.1 km/h, 大车车

收稿日期: 2013-10-18

作者简介: 汪贇 (1984—), 女, 工程师, 博士, 从事噪声监测工作。

流量为 4~323 辆/h, 小车车流量为 63~2 134 辆/h, 测得的噪声值  $L_{10}$  为 55.6~81.7 dB(A)。因此试验能较充分说明在不同车速、不同车流量时理论预测值与实际测量值的符合程度。

## 2 应用 CRTN 模型预测

CRTN 模型假设了典型的道路交通状况和噪声传播条件, 采用的噪声评价量是英国、美国等国家惯用的道路交通噪声评价量  $L_{10}$ 。CRTN 模型中把道路交通噪声源假设为高于路面 0.5 m、在道路内距离近测道路边沿 3.5 m 处的线声源。

应用 CRTN 模型计算道路边接收点处噪声值的过程分为以下 5 个步骤: (1) 把道路划分成一段或多段, 使每段中的噪声级的变化量在 2 dB 以下。每段都分别作为一个线声源。(2) 计算每段道路外距离近侧道路边沿 10 m 处的基础源强值。(3) 考虑距离衰减和遮挡物对声源的屏蔽作用来计算每段道路在接收点处的噪声值。(4) 考虑到接收点处布局特点如楼房反射等对结果进行修正。(5) 把各段道路在接收点处的预测声级合成为整条道路的噪声级<sup>[1]</sup>。

其中, 一段道路的基础源强值由总车流量、车速、大小车比例、道路坡度和道路材质等道路交通噪声影响因素计算得到。根据 CRTN 模型中各个因素的计算公式, 可以分析各因素对道路交通噪声源强贡献量的大小。

### 2.1 总车流量 $q$

CRTN 模型中, 对于普通道路总车流量为两行驶方向的车流量之和。但是当两条车道间隔超过 5 m 或者道路外边沿高度相差 1 m 时, 应当先计算两条车道各自的噪声值再合并。

在平均车速为 75 km/h, 大车比例为 0, 坡度为 0, 小时车流量大于 200 辆/h 的情况下, 基础源强值依照下式计算:

$$L_{10} = 42.2 + 10 \lg q \text{ dB(A)} \quad (1)$$

可以看出, 当总车流量  $q$  翻倍时,  $L_{10}$  增加 3 dB(A)。

### 2.2 大型车比例 $p$ 和车速 $v$

在 CRTN 模型中, 大型车是指无载重情况下超过 1 525 kg 的所有车型, 而摩托车、助动车归入小型车中。大型车比例  $p$  由下式计算:

$$p = \frac{100f\%}{q} \quad (2)$$

另一方面, 车速  $v$  可以通过测量得到, 也可以根据道路车速限值及坡度进行估算。因为不同车速时大型车对道路交通噪声影响不同, 因此修正中同时综合考虑这两项因素:

$$C_{v,p} = 33 \lg \left( v + 40 + \frac{500}{v} \right) + 10 \lg \left( 1 + \frac{5p}{v} \right) - 68.8 \text{ dB(A)} \quad (3)$$

根据式(3)可以计算出不同车速、大小车比例时对  $L_{10}$  的修正值, 见表 1。从表 1 可知, 此项修正的数值在 -5.1~0.8 dB(A) 之间。当大小车比例一定时, 车速每增加 20 km/h, 修正值增加 1~2 dB(A); 当车速一定时, 大小车比例变化对修正值影响仅小于 1 dB(A)。

表 1 大小车比例  $p$ 、车速  $v$  对应的修正值

车速( $v$ )/ ( $\text{km} \cdot \text{h}^{-1}$ )	噪声值/dB(A)					
	$p=0$	$p=0.2$	$p=0.4$	$p=0.6$	$p=0.8$	$p=1.0$
20	-5.1	-4.9	-4.7	-4.5	-4.3	-4.2
40	-3.9	-3.8	-3.7	-3.6	-3.5	-3.4
60	-1.7	-1.6	-1.5	-1.4	-1.4	-1.3
80	0.5	0.6	0.6	0.7	0.8	0.8

### 2.3 坡度 $G$

坡度修正仅对上行车流有效:

$$C_G = 0.3G \text{ dB(A)} \quad (4)$$

### 2.4 路面材质

(1) 对于不渗水地面, 且车速  $\geq 75$  km/h 时, 要对基础声级做如下修正:

混凝土路面:

$$C_s = 10 \lg(90TD + 30) - 20 \text{ dB(A)} \quad (5)$$

沥青路面:

$$C_s = 10 \lg(90TD + 60) - 20 \text{ dB(A)} \quad (6)$$

其中,  $TD$  表示材料深度。

(2) 对于不渗水地面, 且车速  $< 75$  km/h 时, 应在基础噪声级上减去 1 dB(A)。

(3) 对于可渗水路面, 应该在基础噪声级上统一减去 3.5 dB(A)。

### 2.5 计算接收点处 $L_{10}$

总结以上各影响因素, 车流量和车速是 CRTN 模型计算道路交通噪声的重要影响因素。在试验中道路为平直路面, 计算前无需进行划分。坡度修正为 0, 路面材质修正为 -1 dB(A), 由式(1)和式

(3) 可得, 声源排放满足以下公式:

$$\begin{aligned}
 L_{10} &= 42.2 + 10\lg q + C_{v,p} + C_s + C_c \\
 &= 10\lg q + 33\lg\left(v + 40 + \frac{500}{v}\right) \\
 &\quad + 10\lg\left(1 + \frac{5p}{v}\right) - 27.6 \text{ dB(A)} \quad (7)
 \end{aligned}$$

根据此公式可计算得到该道路在路边 10 m 处的基础源强值  $L_{10}$ 。接下来需要考虑传播过程的修正项: 线声源的距离衰减效应、地面吸收和传播中任何遮挡物造成的屏蔽作用。试验的监测路段没有被遮挡, 且地面吸收可忽略不计, 仅需要进行距离修正。根据 CRTN 计算模型, 对于距离近侧道路边沿大于等于 4 m 的接收点, 应该按式(8)对基础噪声级进行修正。

$$C_D = -10 \lg(d/13.5) \text{ dB(A)} \quad (8)$$

因此对于距离近侧道路边沿 12 m, 高 5 m 处的接收点位, 距离修正值是  $-0.68 \text{ dB(A)}$ 。按以上步骤, 可根据 990 组测量得到的车流量、车速、大型车比例等数据, 计算出 CRTN 模型的预测噪声值。

### 3 计算与测量结果对比分析

#### 3.1 概率分布分析

把自动监测设备 990 h 的噪声测量值与 CRTN 模型计算值进行对比 (计算值 - 测量值, 以下相同), 平均差值仅为  $0.57 \text{ dB(A)}$ , 标准偏差是  $1.9 \text{ dB(A)}$ 。其中, 99% 以上的对照组差值的绝对值  $\leq 4 \text{ dB(A)}$ , 93% 的对照组差值的绝对值  $\leq 3 \text{ dB(A)}$ , 78% 的对照组差值的绝对值  $\leq 2 \text{ dB(A)}$ , 55% 的对照组差值的绝对值  $\leq 1 \text{ dB(A)}$ 。计算值高于测量值的情况要多于计算值低于测量值的情况 (图 1)。

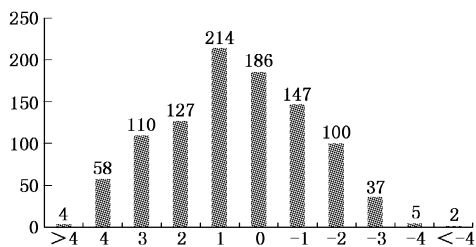


图 1 计算值与测量值的差值分布

#### 3.2 车流量与计算测量结果相关分析

不同车流量时计算值与测量值差值如表 2 所示。对于大部分情况, 平均差值  $< 1 \text{ dB(A)}$ 。但当小时总车流量  $> 2000$  时, 计算值比测量值偏高了  $3.24 \text{ dB(A)}$ , 偏差较大。车流量大于  $2000 \text{ 辆/h}$  仅占监测小时数的  $4.4\%$ , 是道路承载量极饱和的

情况。这说明, CRTN 模型在车流量极饱和时计算值明显偏高。分析其产生原因, 是因为道路上的大型公交车的行驶速度远低于小车车速, 在大车车流量较多且大小车速差别明显时就可能造成较大误差。而不同的是, 美国 FHWA 模型和中国的环评导则计算模型中都是按不同车速分别计算大小车型的修正值, 能更好地处理复杂路况。

表 2 不同车流量时计算值与测量值的平均差值

车流量/ (辆·h <sup>-1</sup> )	500	500 ~ 1000	1000 ~ 1500	1500 ~ 2000	2000 以上
平均差值/ dB(A)	0.34	0.04	0.28	0.83	3.24
组数	152	96	390	308	44

#### 3.3 车速与计算测量结果相关分析

同样分析了不同车速时计算值与测量值的符合情况。结果表明, 在  $20 \sim 40$ ,  $40 \sim 60$  及超过  $60 \text{ km/h}$  3 种车速下, 差值的平均值分别为  $0.65$ ,  $-0.64$  及  $0.67 \text{ dB(A)}$ , 均符合较好。

### 4 小结

使用噪声自动监测设备测量了 990 h 监测数据, 对 CRTN 模型中的源强计算模型进行了验证。对于 4 车道城市道路, 应用 CRTN 模型计算道路交通噪声源强值, 理论计算结果与实测结果之间平均相差仅  $0.57 \text{ dB(A)}$ , 标准偏差是  $1.9 \text{ dB(A)}$ 。但在车流量极大时, 计算值比理论值偏高了  $3.24 \text{ dB(A)}$ 。说明除了少数极端路况, 此模型计算结果与中国的道路交通噪声测量值符合较好, 此模型适用于计算中国的道路交通噪声。

#### [参考文献]

[1] ANON. Calculation of road traffic noise[M]. London: Department of Transport Welsh Office/HMSO, 1988.

[2] 李本纲, 陶澍, 林健枝. 应用英国 CRTN88 模式和 GIS 进行道路交通噪声预测与规划[J]. 环境工程, 1999, 17(5): 61-64.

[3] 张进洁, 沈体雁, 韩全. 城市交通噪声模拟预测软件系统研发[J]. 计算机科学, 2010, 37(7A): 59-62.

[4] SAMUELS S E, SAUNDERS R E. The Australian performance of the UK DoE traffic noise prediction method[M]. Australian Road Research Board Conference, 1982.

[5] SAUNDERS R E, SAMUELS S E. An evaluation of the UK DoE traffic noise prediction method[M]. Australian Road Research Board Research report ARR 12, 1983.