

# 山城道路交通噪声的分析和预测

陈子明 林 董

(青岛海洋大学物理系)

**摘要** 本文报道了以路面坡度为主要特点的山城道路交通噪声的分析和等效声级预测方法。根据山城路面结构,两侧建筑物分布特点,对机动车辆在坡道上行駛状态和噪声辐射进行了大量测量和研究,得到不同车种噪声与坡度、车速的线性关系式。研究证明上下坡侧声级值有差异,道路两侧建筑物阶梯式分布噪声污染特点,给出了坡道路面交通噪声等效声级及其在车流量较少条件下的预测方法,并与实测值作了比较。

**关键词** 交通噪声,路面坡度,等效声级预测。

山区城市由于地势起伏,道路和建筑物多位于山坡,使道路交通噪声的特性不同于平原城市,交通噪声对环境的影响也不同于平原城市。

## 一、山城交通噪声的特点

以典型海滨山城青岛为例,具有坡度

2.1—15%的交通干线,在全市51条主要干道中占48%。从表1可知路面坡度和建筑物对道路交通噪声的影响。

由于道路多依地势起伏而建,形成道路崎岖而弯曲,路面坡度大而变化多,路面宽度较窄。机动车辆行驶中频繁上下坡,急转弯。车行道多沥青路面,易损坏,凹凸不平,致使

表1 观测点处道路结构及实测噪声值

道路	测点编号	车行道			人行道		街道两侧环境	实测等效声级 $L_{eq}$ [dB(A)]
		路宽(m)	坡度(%)	路面结构	路宽(m)	路面结构		
延安路	51	20	—	普通沥青	4	混凝土	两侧砖墙楼房	73.5
	52	20	2.6	普通沥青	4	同上	同上	74.5
	53	20	5.38	普通沥青	4	同上	同上	77.8
威海路	23	22	3.33	粗糙沥青	3	混凝土	同上	78.5
	25	22	—	粗糙沥青	3	同上	同上	76.2
	24	22	3.83	普通沥青	3	同上	侧有墙(砖墙)	75.5

噪声级提高。机动车辆在上坡时,辐射噪声级先有一个增大的趋势,尔后由于坡度而使车速降低,噪声也稳中略降,行驶中时有强力排气噪声辐射。道路两侧的部分建筑物以阶梯式向外分布,从而使交通噪声污染面广,污染程度加重。

## 二、车辆行驶噪声与路面坡度的关系

在研究山城道路交通噪声的实测中,主

要参数为车种、车流量、车速和路面坡度,而将路面结构、两侧环境结构等作为修正因素加以考虑,可使计算工作大为简化。研究不同车种的整车行驶噪声时,主要参量为路面坡度和车速。车种可分为小客车、轻型载重车、中型载重车和重型载重车四大类;坡度的选择根据现场条件取0%—15%范围内;车速用雷达测定,根据城市行车情况选在10km/h—60km/h范围内。经长期测量和大

量模拟试验，得到四类车种的回归方程。

小客车：

$$L = 53.3 + 0.28\beta + 0.32\nu \text{ dB(A)} \quad (1)$$

轻型载重车：

$$L = 62.3 + 0.56\beta + 0.28\nu \text{ dB(A)} \quad (2)$$

中型载重车：

$$L = 69.6 + 0.73\beta + 0.27\nu \text{ dB(A)} \quad (3)$$

重型载重车：

$$L = 74.3 + 0.98\beta + 0.24\nu \text{ dB(A)} \quad (4)$$

上式中， $\nu$ ——车速 (km/h)； $\beta$ ——路面坡度(%)。

由公式可知路面坡度  $\beta$  对交通噪声的影响是明显的，其中对中型以上载重车的噪声影响更大。上述四式中的常数项是相当于在测距  $r_0 = 7.5\text{m}$  处测得的。

### 三、上下坡时的噪声级差值

机动车辆在坡道上行驶，上坡与下坡行驶状态差别很大，上坡时发动机加大转速，辐射噪声增强，排气噪声也增大；下坡时制动下行，故下坡比上坡时噪声辐射显著减弱，比平路行驶也小。上、下坡的声级差  $\Delta L$  随坡度增大、车速增加而增大，但坡度大时车速反而减低。另外，虽然车速增大时上坡的声级值增大，但高速下坡时声级值也大，故其差值  $\Delta L$  与车速的关系不大，已为测量所证实。实测得出不同坡度时，不同车种上下坡行驶的噪声级差见表 2。平路面与下坡声级差见表 3。

机动车辆上坡与下坡或平路与下坡的行

表 2 机动车辆上坡与下坡行驶时之声级差  $\Delta L(\text{dBA})$

坡度(%) \ 车种	0	1.54	2.70	3.50	4.12	5.3	5.34	6.84	10.70	同车种不同坡度 $\Delta L$
小客车	0.1	1.4	2.1	2.7	3.3	4.7	4.8	7.1	8.0	4.5
轻型载重车	0.1	1.9	2.6	3.2	3.9	4.8	4.9	7.2	8.9	4.8
中型载重车	-0.1	1.8	3.4	4.2	4.6	5.7	5.8	7.7	9.0	5.5
重型载重车	0.1	2.7	4.5	5.6	6.4	7.5	7.6	9.7	10.1	6.8
同坡度 $\Delta L$	0.1	2.0	3.2	3.9	4.6	5.9	6.0	3.0	9.2	5.4 5.3

表 3 机动车辆、平路与下坡行驶时之声级差  $\Delta L(\text{dBA})$

坡度(%) \ 车种	0	1.54	2.70	3.50	4.12	5.3	5.34	6.84	10.70	同车种不同坡度 $\Delta L$
小客车	0	0.5	1.0	1.7	1.9	2.3	2.4	2.8	3.0	2.0
轻型载重车	-0.1	0.7	1.2	1.9	2.1	2.4	2.5	3.1	3.3	2.2
中型载重车	0	1.1	1.6	1.9	2.3	2.8	2.9	3.7	4.0	2.6
重型载重车	0.1	1.5	2.0	2.4	3.0	3.6	3.6	4.4	4.8	3.2
同坡度 $\Delta L$	0	1.0	1.5	2.0	2.3	2.8	2.9	3.5	3.8	2.5 2.5

驶声级差  $\Delta L$  和路面坡度有关，因为功率大的车种在上坡与下坡的两种行驶状态时功率

输出差别很大，其相应声功率辐射的差值  $\Delta L$  也大。很明显，坡度  $\beta$  大时  $\Delta L$  较大。但

当坡度  $\beta > 8\%$  时,上坡的声级值不再增大很多,下坡时因坡陡而制动下行,车体振动反而使下行时噪声并不减小,所以,  $\Delta L$  几乎不增大。

山城因路窄多双行车道。坡道有上坡必有下坡,所以  $\Delta L \approx 0$ , 而平路则  $\Delta L = 0$ 。单行线车道,上坡或平路,无修正问题;下坡行驶,其车辆辐射噪声应按表 2 或表 3 加以修正。由表 2 和表 3 可知,对坡度和车种的声级差取平均值,下坡对上坡与平路取平均值为正值,则  $\Delta L = -4\text{dB}$ ,可用于对道路交通噪声的预测的粗略估算。所以这项修正的表达式为

$$\Delta L = \begin{cases} 0 \text{ dB(A)} & \text{上坡或平路行驶} \\ -4 \text{ dB(A)} & \text{下坡行驶} \end{cases}$$

由上可知,住在坡道两侧附近的居民,受交通噪声的危害程度是不同的。

#### 四、山城街道特点所产生的附加修正

山城街道特点系指坡道路面结构、街道两侧环境结构和两侧建筑物阶梯式分布等。坡道路面结构不仅对小客车噪声有影响,其粗糙凹凸路面对载重货车和大客车也有明显影响。街道两侧环境结构即指两侧有无建筑物及建筑物的高度、声学性质、街道宽度对交通噪声的影响与车行道路面坡度有关。这两

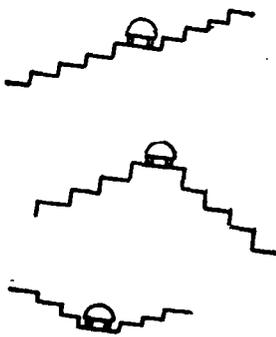


图 1 建筑物的三种阶梯分布

个特点所导致的交通噪声的附加修正值,作者已在另文中给出<sup>[4]</sup>。这两项修正对于声级

的统计值和等效值均适用。

街道两侧的建筑物有相当一部分随地势起伏呈阶梯式分布,有单阶梯和双阶梯式结构,可分为三种形式,如图 1 所示。这类结构属于阶梯高堤型和阶梯垂道型。对环境影响的明显特点是:交通噪声传播远,声污染范围广。

#### 五、交通噪声的预测

山城道路交通噪声可视为一无限长,且两侧无遮挡的直坡道上各种行驶机动车辆所产生的噪声,与山城道路特点而产生的各项修正值迭加的结果。关于山城道路交通噪声的平均值  $L_{50}$  的预测,作者已另文给出<sup>[4]</sup>,现讨论其等效连续声级  $L_{eq}$  的预测方法。

考虑多车道多车种的交通噪声。设在共有  $J$  条车道上行驶共  $I$  种车辆,则第  $j$  条车道上第  $i$  种车在测点所产生的等效声级为:

$$L_{eqij} = L_{ij} + 20 \lg r_0 + 10 \lg \frac{Q_{ij}}{2r_{ij}v_{ij}} + 7.9 - 10 \lg \frac{400}{\rho c} \quad (6)$$

式中,

$$L_{ij} = L_i + \Delta L_{ij} + \Delta L_i \quad (7)$$

$L_i$  见(1)~(4)式,  $\Delta L_{ij}$  见(5)式或表 2 (或表 3),  $\Delta L_i$  为路面结构修正值。取  $r_0 = 7.5\text{m}$ ,  $\rho c$  为空气声特性阻抗,取  $\rho c = 400$ , 加上各种修正值  $\Delta L_m$ , 则有:

$$L_{eqij} = L_{ij} + 10 \lg \frac{Q_{ij}}{r_{ij}v_{ij}} + 22.5 + \Delta L_m. \quad (8)$$

式中,

$$\Delta L_m = \Delta L_1 + \Delta L_2 + \Delta L_3 + \Delta L_4 \quad (9)$$

其中,  $\Delta L_1$  为环境背景噪声对机动车辆交通噪声的修正值。

$\Delta L_2$  为机动车辆的鸣号声,视具体道路的鸣号次数,取 1~4dB (对  $L_{eq}$  而言)。

$\Delta L_3$  为街道两侧环境结构修正值。

$\Delta L_4$  为有限路段修正值,可按式

表 4 青 岛 市 区 道 旁 及 附 近 交 通 噪 声  $L_{eq}$  计 算 值 与 实 测 值 比 较

测点编号	测量地点		平均车速 (km/h)	总车流量 (辆/h)	各类车流量占总车流量比例 (%)				各车道距测点距离 $r_j$ (m)				修正值 $\Sigma \Delta L_m$ (dB A)	上坡侧道边 $L_{eq}$ 值 (dB A)		计算值与实测差值 $\Delta L_{eq}$ (dB A)
	路名	坡度 (%)			小客车	轻型车	中型车	重型车	$r_1$	$r_2$	$r_3$	$r_4$		计算值	实测值	
53	延安路	5.38	30	1269	21	17	41	21	11	21			0 $\Delta L_4 = -0.8$	75.6	77.3	-1.7
4	山东路	3.5	40	678	25	22	45	8	4.5	7	11	13.5	$\Delta L_1 = 1$	73.3	76.4	-3.1
6	山东路	5.3	40	1173	19	25	38	18	4.5	7	11	13.5	0	78.2	79.3	-1.1
13	山东路	2.0	35	2273	20	17	43	20	4.5	7	11	13.5	0	77.9	78.2	-0.3
47	大学路	5.9	30	86	24	35	34	7	4	6			$\Delta L_1 = 1$ $\Delta L_3 = 1$	75.5	74.0	-3.2
1	山东路	0	40	940	30	25	33	12	4.5	7	11	13.5	0	72.2	74.8	-2.6
74	中山路	4.83	20	776	28	26	26	21	4	6			$\Delta L_1 = 1.3$ $\Delta L_3 = 1.5$	76.3	75.7	+0.6

$$\Delta L = 10 \lg \left( \frac{\theta^\circ}{180^\circ} \right)$$

计算。

在求得  $L_{eqij}$  后,按声级迭加法可计算出整条道路上所有机动车辆在该测点处的噪声级为:

$$L_{eq} = 10 \lg \left( \sum_{i=1}^j \sum_{l=1}^l \frac{10^{0.1L_{ij}}}{r_j v_{ij}} Q_{ij} \right) + 22.5 + \Sigma \Delta L_m \quad (10)$$

表 4 列出七个测点的理论计算值和实测值。可见,用(10)式能较好地预测山城道路交通噪声。

### 六、结 论

1. 由(1)一(4)式可知,路面坡度对中型以上载重车的噪声辐射影响较大。实测中发现,当坡度  $\beta > 8\%$  时,声级并不随坡度线性地增加,最大增加值不超过 7dB。

2. 山城坡道两侧受交通噪声污染的程度

不同,距道边较近处,上坡侧略高于下坡侧;当道路较窄或车流量较小时,则基本相同。

3. 式(6)和(10)是假定交通道路上车辆较多,将车辆流视为稳定流的线声源而得到的;当车辆甚少时,车辆流属间断流,利用上两式预测的结果引起的误差较大。

4. 经现场实测与理论计算比较说明,此模式对一般城市中具有坡道的交通噪声预测同样适用,且符合较好。

5. 山城道路由于坡度,在车种、车速和车流量相同条件下,交通噪声较高,污染面广。例如青岛市区交通道路附近区域的环境噪声要比平原城市高 3—6dB。

### 参 考 文 献

- [1] 郑长聚等,同济大学学报,(4),18(1983)。
- [2] 赵仁兴,噪声与振动控制,(5),43(1984)。
- [3] 陈子明,噪声与振动控制,(1),21(1989)。

(收稿日期:1990年3月23日)

leached from red soil were much larger than those from yellow brown soil or black soil. Leaching of Cd was more sensitive than that of Cu.

(2) The effects of simulated acid rain on speciations of Cu or Cd in soils were relatively obvious. With pH values of the precipitation reducing, a partial Cu and Cd in yellow brown soil and black soil were transformed into exchangeable speciation, and those in red soil transformed into water-soluble form.

(3) Acid rain evidently affected biotoxicity of Cu or Cd in soil. The effect of Cu- or Cd-biotoxicity was high in red soil and low in black soil.

In short, the acid resistant capacity of soils in order is black soil > yellow brown soil > red soil.

**Key Words:** acid rain, copper and cadmium, soil, biotoxicity.

**Application of the Theory of Multivariate Statistical Analysis to the Prediction of Air Pollution in Urban Environment.** Huang Guo-he (Xiamen Research Institute of Environmental Protection, Fujian): *Chin. J. Environ. Sci.*, 12(2), 1991, pp. 29—34.

A stepwise cluster analysis method toward a multitude of environmental variables was advanced for the prediction of air pollution in urban environment. The method has improved monovariate AID(Automatic Interaction Detection) algorithm. It can effectively deal with continuous and discrete variables, as well as the nonlinear relations among variables. Compared with classical modelling theories, the method provides a new way for predicting air pollution.

In a case study, the relationship between three air pollutant concentrations and four impact factors in thirty-one grid squares in Xiamen was analyzed. Cluster trees concerning quantitative correlation between air quality and the distribution of relevant impact factors were derived from significant test, discriminant analysis and cluster analysis to realize the aim of predicting air quality.

**Key Words:** multivariate statistical analysis, air pollution, stepwise cluster.

**Use of the Residue after Reclamation of Protein and Chrome Salt from Leather Shavings.** Jiang Ting-da, Zhang Chun-ping (Research Center for Eco-Environmental Sciences, Chinese Academy of Sciences, Beijing): *Chin. J. Environ. Sci.*, 12(2), 1991, pp. 35—37.

This paper presents a part of the process which was developed for reclamation of protein and by-products from chrome leather shavings. After protein and chrome(III) are extracted from leather scraps, the remainder is neutralized with quick lime, and then processed into granu-

lated fertilizer. The results of tests showed that the organic fertilizer is available for flowers because of its long-term and high effectiveness.

**Key Words:** reclamation of leather shavings, residue, fertilizer.

**Analysis and Prediction of Traffic Noise in the Mountain City.** Chen Zi-ming, Lin Dong (Department of Physics, Qingdao University of Oceanography): *Chin. J. Environ. Sci.*, 12(2), 1991, pp.38—41.

This paper presents a method for analysis and prediction of traffic noise in the mountain city, emphasizing the characteristics of sloping roads. Taking Qingdao City as an instance, based on road structure, distribution of terraced buildings along both sides of the sloping roads and the conditions of motor vehicles shuttling to and fro on the roads with radiative noise, three different models have been set up for long-term monitoring, and the linear relations among varieties of vehicle noise, speeds and road slopes have been demonstrated. The results summed up correct range of noise levels caused by the road-side buildings and sloping road structure. The authors propose the method for predicting  $L_{eq}$  of traffic noise on the sloping road surface in practice.

**Key Words:** traffic noise, mountain city, prediction, model.

**Influence of Acidic Leaching upon the Contents of Organic Matter and Clay Particle in Soil.** Liu Hong-jie (Department of Geography, South China Normal University, Guangzhou): *Chin. J. Environ. Sci.*, 12(2), 1991, pp. 42—44.

This paper deals with variations of the contents of organic matter and clay particle in soil under influence of acidic precipitation. The results of simulated experiments showed that organic matter contents decreased in varying degree after acidic leaching, but acidity of leaching did not have marked influence upon the clay contents. If the contents of metals in soil solution increased to critical coagulation, efficiency of eluviation would decrease.

**Key Words:** acidic leaching, organic matter, clay particle.

**Treatment of Furfural Wastewater by Membrane Separation Process.** Chen Yu-lian, Zhou Guang-jun, Zhang He (Department of Chemical Engineering, Taiyuan University of Technology, Shanxi): *Chin. J. Environ. Sci.*, 12(2), 1991, pp. 45—49.

A new method for recovering acetic acid from furfural