

- [11] Chakrabarti, C. L. et al., *Anal. Chem.*, 52, 167 (1980).
 [12] Hageman, L. R. et al., *Anal. Chem.*, 51, 1406

- (1979).
 [13] Czobik, E. J. et al., *Anal. Chem.*, 50, 2 (1978).
 [14] Matsusaki, K. et al., *Talanta*, 26, 377 (1979).

道路交通噪声与居住区防噪评价

吴 硕 贤

(清华大学建筑系)

道路交通噪声(简称交通噪声)是城市环境噪声的主要噪声源,也是城市绝大多数居住区的主要噪声源。它严重干扰语言听闻和睡眠休息。其长期作用的结果,对神经、心血管以及免疫系统都将产生不利影响。欲改善城市噪声状况,当务之急是研究与控制交通噪声。

一、交通噪声评价指标

目前国际上评价交通噪声的主要指标有:累计噪声级 L_1 、 L_{10} 、 L_{50} 、 L_{90} , 等效噪声级 L_{eq} , 交通噪声 TNI, 噪声污染级 L_{NP} , 白天夜间噪声级 L_{DN} 等。其中 L_{DN} 与 L_{eq} 作用相当,一般 24 小时的 L_{eq} 值与 L_{DN} 值平均差 3 分贝(标准偏差为 1.4 分贝)。

实际上,采用复杂的噪声指标不仅难以测量、求算,而且并不能更精确地反映出与居民主观烦扰反应的相关性。瑞士研究了 L_{10} 、 L_{50} 、 L_{eq} 与人对噪声的感觉的关系,得到的相关系数分别是: 0.88、0.82 与 0.96。F. J. Langdon 报道了对伦敦 53 个地点 2933 位居民进行交通噪声主观烦扰反应的研究结果,指出居民对噪声的不满可以通过 L_{10} 、 L_{eq} 或重车百分率的对数值来精确预报。可见,采用 L_{10} 、 L_1 或 L_{eq} 作为评价指标就可以了。

笔者对北京市一些道路的噪声测量结果进行了分析(图 1),可看出, L_{10} 与 L_{eq} 一般相差 3—4 分贝(按 $L_{eq} = L_{50} + \frac{(L_{10} - L_{90})^2}{60}$ 计

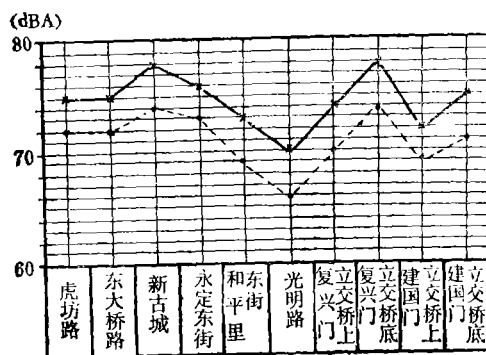


图 1 L_{10} 与 L_{eq} 值比较

算)。因此,在某种意义上,用 L_{10} 与 L_{eq} 作为评价指标是等价的,但是国外城市道路车流量较大,噪声起伏幅度小,因此用 L_{50} 或 L_{eq} 可较好表征车流噪声。我国车流量则小得多,加之车种复杂,因此 L_{10} — L_{90} 值较大。一般起伏大的噪声对人干扰大。 L_{90} 变化幅度小, L_{10} 即能反映噪声起伏的幅度,且 L_{10} 比 L_{eq} 更便于测量、计算,以 L_{10} 作指标较合适。据笔者研究,在已知各车种车流量后,便可方便地预报 L_{10} 。用 L_{10} 作指标,还便于进行声音的传播、衰减等计算。因此,用 L_{10} 指标更适合我国情况。若作粗略估计的话,可认为 L_{10} 比 L_{eq} 高 5 分贝(指交通繁忙时刻)。

二、交通噪声的统计分布特性

交通噪声的统计分布特性与车流条件、

本文承张昌龄、车世光教授指导,秦佑国、韩金晨、崔元元、肖默等同志协助进行声学测试,谨此致谢。

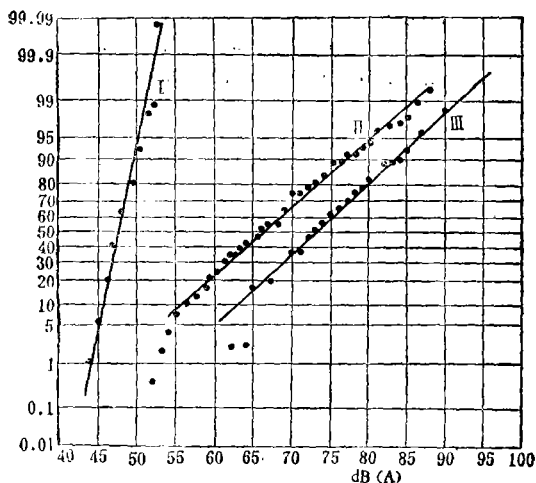


图 2 交通噪声统计声级分布

I 天坛东路测点 4 (距路边 140m, 车流量 436 辆/小时) II 永定东街路边测点 (车流量 344 辆/小时) III 西单交叉道口。

测点位置有关。对于车流量很大、车种较单一的自由有序车流以及离车流较远的测点,测出的噪声级基本上是稳定值,即统计声级标准偏差很小。而对于靠近车流量小、车种复杂的道路的测点,统计声级的标准偏差较大。

图 2 中 I 是在离天坛东路 140 米处测得的统计声级分布,由于车流量较大,且测点离道路较远,所以很好地符合正态分布。另外,从图 2 中 II、III 看出,当车流量较小,测点离

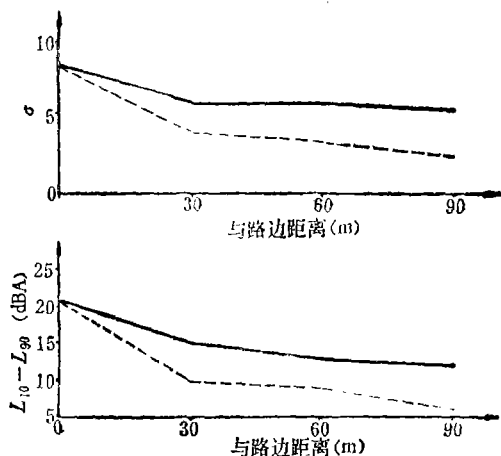


图 3 离路边不同距离处 σ 值与 $L_{10}-L_{90}$ 值比较
——表示沿相向住宅楼空间的纵深布置测点的情况
---表示测点受到建筑物遮挡的情况。

道路较近,或者车流受阻塞时,交通噪声级只是近似于符合正态分布。

通过研究还发现,测点离道路越远,特别是受到建筑物遮挡时, $L_{10}-L_{90}$ 值越小,标准偏差 σ 也减小 (图 3),这就从另一角度解释了这些地点受到噪声干扰较小的原因。此外,噪声起伏幅度的减小也是原因。

三、交通噪声的频谱分析

用图 4 所示方法分析得出的北京市交通噪声频谱示于图 5。

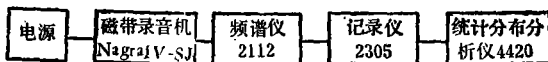


图 4 频谱分析仪器方框图

从频谱图中可知,交通噪声是一宽带噪声,声级峰值出现在 50—63 赫附近。这反映了车辆巡航时发动机的点火频率。国外自由车流噪声频谱在 1000 赫附近,声级也较高。我国城市车流平均速度一般在 30 公里/小时以下,轮胎噪声较小,因此频谱图中在

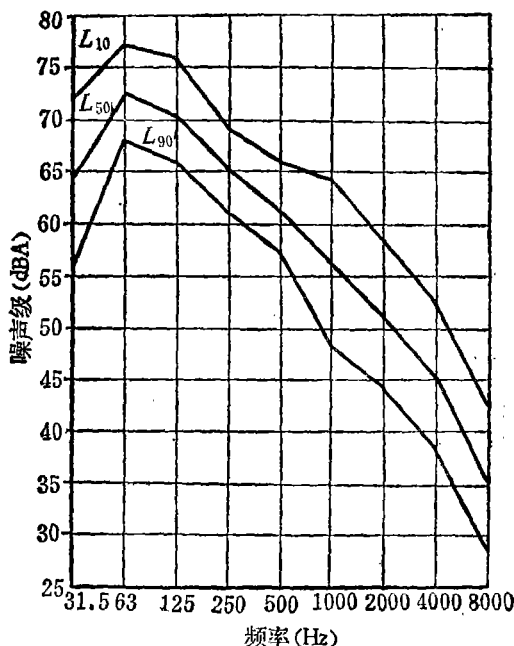


图 5 交通噪声频谱

1000 赫处不出现峰值。

四、影响交通噪声的一些因素

1. 车流量、车流成分与车速度的影响

从声学理论上可以推出,对于大车流量单一车种的有序车流, L_{50} 、 L_{eq} 与车流量、车速度的对数值成正比。当轻车流中掺有少量重车时,应将重车按其声功率折算为 K 辆轻车 ($K>1$) 加以统计,因此,重车比例高车流噪声也高,对于小车流量多车种随机的车流,车流噪声除了随车速增加而提高外,主要依各车种车流量而变化。如果各种类型重车车流量达到一定数量,将会使统计声级提高很多。至于拥塞车流,则由于车辆制动、起步、加速、按喇叭以及声级叠加会使噪声级提高许多。

2. 交叉道口的影响

在交叉道口处,由于汇聚了两个方面的车流,因而车流量较大。尤其在平交道口,由于车流拥塞,将提高噪声级。

表 1 平交道口与立交道口噪声级比较

地 点	L_{10}	L_{50}	L_{90}	L_{eq}	σ	测量时间
复兴门立交桥上	74	69	66	70	3	1980.5.7.8; 50
平交道口前 80m	73	68	62	70	4.5	10; 20
太平桥大街与复兴门内大街平交道口	76	69	65	71	4.5	10; 40
东单平交道口	77	69	65	71	4.5	13; 40
平交道口南 190m	75	68	63	70	5	14; 05
建国门立交桥上	72	67	61	69	4.5	14; 35

表 1 是在北京两处平交道口和立交道口进行噪声级测量的结果。可看出,与平交道口相比,立交道口噪声级略低,但仍比普通路段吵些。

五、居住区的防噪评价与噪声标准

前面已建议用 L_{10} 评价交通噪声,为便于对居住区进行防噪评价和提出居住区室外

表 2 北京东大桥室内外、开闭窗交通噪声

地 点	离路边距离 (m)	L_{10}	L_{50}	L_{90}	L_{eq}	σ	备注
东大桥迎街楼立面	23	72	66	61	68	4.5	
东大桥迎街四楼室内	25	59	51	47	53	4.5	开窗
同 上	25	50	43	38	45	4.5	闭窗

噪声标准,有必要搞清楚住宅的室内外、前后室、开闭窗和白天夜间 L_{10} 声级差。

1. 室内外、前后室与开闭窗声级差

我们在北京东大桥和永定东街居住小区进行了室内外、开闭窗交通噪声级测量 (表 2—3)。

可看出,室外 L_{10} 与开窗时室内 L_{10} 差估计为 10 分贝是妥当的,关窗时可估计为 20 分贝。

表 3 北京永定东街室内外交通噪声

地 点	离路边距离 (m)	L_{10}	L_{50}	L_{90}	L_{eq}	σ	备注
永定东街	路 边	76	66	56	73	8.5	
临街二楼阳台	12	70	63	52	68	7.5	
临街二楼室内	14	65	54	44	61	9	只关纱窗

用稳定声源 (由白噪声发生器通过两个并联 25 瓦喇叭发出稳定的粉红噪声,声级与

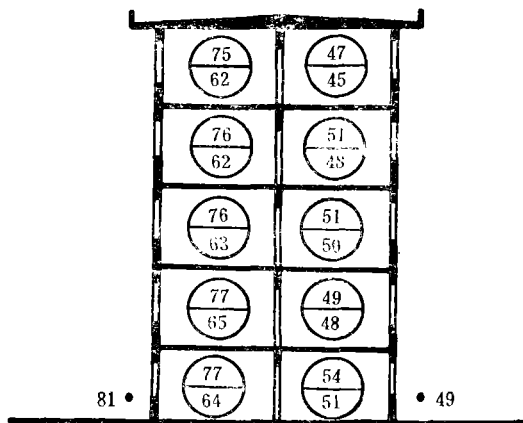


图 6 空室正入时前后室声级差 (dBA)
分母为关窗值,分子为开窗值。

表 4 白天、夜间噪声级比较

地 点		L_{10}	L_{50}	L_{90}	L_{eq}	σ	$L_{10}-L_{90}$	车流量 (辆/小时)	测量时间
和平里东边	白 天	73	65	58	69	6	15	508	9: 40
	夜 间	72	59	52	66	8.5	20	128	21: 00
	差 值	1	6	6	3	-2.5	-5		
东大桥路	白 天	77	69	57	76	8	20	712	10: 00
	夜 间	71	57	50	64	9.5	21	160	21: 30
	差 值	6	12	7	12	-1.5	-1		
天坛东路	白 天	67	62	56	64	4.5	11	436	10: 45
	夜 间	64	50	41	59	10.5	23	120	22: 35
	差 值	3	12	15	5	-6	-12		
永定东街	白 天	76	66	56	73	8.5	20	344	9: 35
	夜 间	70	54	45	64	9.5	25	84	23: 00
	差 值	6	12	11	9	-1	-5		
虎坊路	白 天	75	68	59	72	6	13	716	9: 55
	夜 间	67	50	44	59	9	23	52	23: 30
	差 值	8	18	15	13	-3	-7		

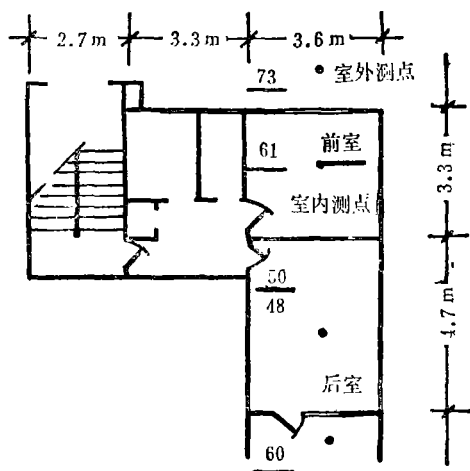


图 7 满室斜入射前后室声级差 (dBA)

交通噪声级相当) 在清华大学南六楼与中六楼分别进行空室(无家具)正入射与满室斜入射的测试比较,结果示于图6、图7。

分析测试结果可知,前后室声级差,对于空室,当两室用门隔开时,可达10—16分贝,在组织穿堂风时,可达9—10分贝。而对于满室,前后室声级差在10分贝以上。

2. 白天夜间声级差

对北京市五条道路进行白天夜间噪声级

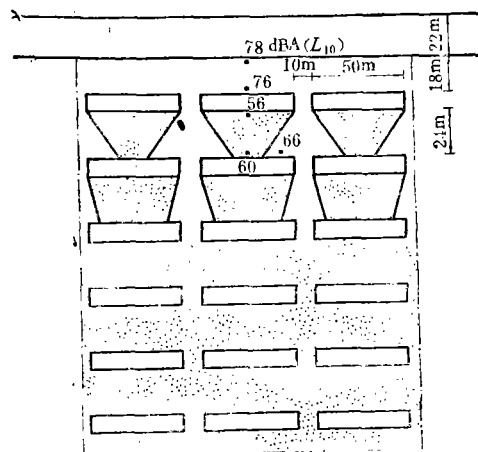


图 8 平行式居住区交通噪声污染状况图

测量,结果如表4。

从表4可知,夜间车辆急剧减少,在21点30分进入睡眠时间后测得的 L_{10} 分别比白天减少3—8分贝。因此,估计夜间 L_{10} 比白天交通繁忙时刻的 L_{10} 减少5分贝是有根据的。

3. 居住区防噪评价

我们于1980年5—6月间,对北京市七个典型居住区进行交通噪声实测,测量按城

市交通噪声测试规范(草案)进行。鉴于噪声起伏幅度常达 30—40 分贝,而一台声级计量程范围仅为 20 分贝,故我们采用两台声级计同时测量,分别选在不同量程范围内配合使用,提高了测试精度。归纳实测结果,可得出平行式、垂直式及混合式三种典型居住小区的交通噪声污染状况图(图 8—10)。

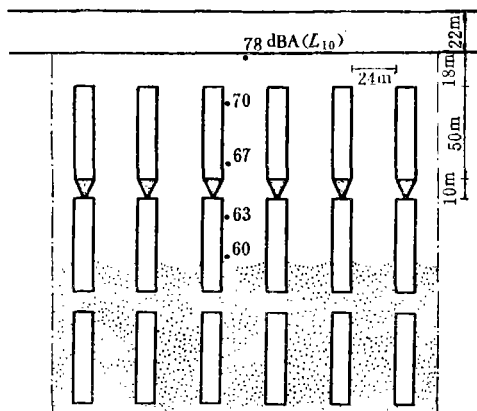


图 9 垂直式居住区交通噪声污染状况图

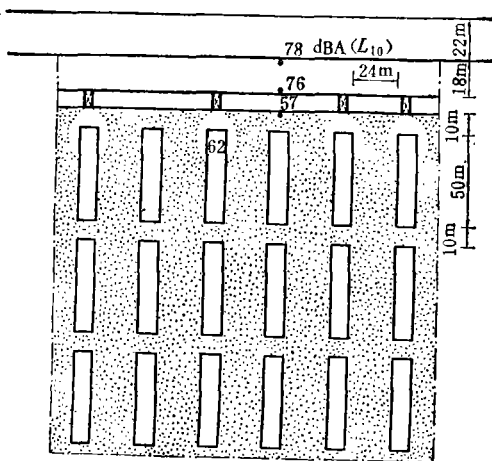


图 10 混合式居住区交通噪声污染状况图

以白天室外 $L_{10} = 60$ 分贝(A)为标准,用建筑周边噪声污染系数 η_1 及建筑用地噪声污染系数 η_2 来评价。二者定义如下:

$$\eta_1 = \frac{L_1}{L_2}$$

式中, L_1 比较区域内受交通噪声污染的总外墙长(单位: m; 不计山墙);

L_2 比较区域内住宅楼总外墙长(单位: m; 不计山墙)。

$$\eta_2 = \frac{A_1}{A_2}$$

式中, A_1 比较区域内受交通噪声污染的户外面积 (m^2);

A_2 比较区域内户外总面积 (m^2)。

可算出,对于垂直式、平行式、混合式居住区, η_1 分别为 56%、17%、15%; η_2 分别为 56.8%、23%、14.2%。因此,从防护交通噪声角度看,居住区布局以混合式最为有利,平行式次之,垂直式最差。

4. 居住区噪声标准

一般认为,在白天,就对语言听闻的影响而言,45 分贝(A)以下的噪声影响很小,65 分贝影响就较严重。因此,白天室内允许噪声级 L_{10} 可考虑为 50—55 分贝(A);夜间,就对睡眠的影响而言,35 分贝(A)以下的噪声没什么影响,40 分贝(A)影响很小。因此,夜间住宅室内允许噪声级 L_{10} 可考虑为 40—45 分贝(A)。又因为开窗时,室内外 L_{10} 值差 10 分贝,因此,白天室外 L_{10} 的允许标准可建议为 60—65 分贝(A);夜间为 50—55 分贝(A)。由于对于一般市内道路,可预期夜间 L_{10} 比白天低 5 分贝以上,故当白天与夜间综合考虑时,建议白天交通繁忙时刻在住宅楼立面一米处测得的 L_{10} 以 55—60 分贝(A)为允许标准。从前面居住区噪声实测结果可知,对于近期城市居住区以白天室外 $L_{10} = 60$ 分贝(A)为安静标准还是适宜的,再压低标准值已有困难,远期可考虑将标准值压低至 55 分贝(A)。

参 考 文 献

- [1] Langdon F. J., *Journal of Sound and Vibration*, 47, 2, 243 (1976).
- [2] Pedersen O. J., *Inter-Noise 73*, 396. Technical University of Denmark, Copenhagen (1973).
- [3] Alexander A. et al., *Road Traffic Noise*. Applied Science Publishers, London. (1975).