

限于篇幅,应用本仪器所做的超声波声速和衰减的实验工作将另外发表。

仪器的研制过程中,同济大学声学研究所的谭金星和朱士明同志提供了帮助,在此特致谢意。

### 参 考 文 献

[1] McSkimin, H. J., *J. Acous. Soc. Am.*, **33**(1961), 12—14.

- [2] Papadakis, E. P., *J. Appl. Phys.* **35**(1964),1474—1477.  
[3] Papadakis, E. P., *Cri. Rev. Solid state Sci.*, **3**(1973), 373—374.  
[4] Yogurtcu, Y. K., *Ultrasonics*, **18** (1980), 155—158.  
[5] Takashi Matsuda, *Rev. Sci. Instrum.* **50** (1979), 1239—1241.  
[6] Khimunin, A. S., *Acoustica*, **32** (1975), 192—195.  
[7] McSkimin, H. J., *J. Acous. Soc. Am.*, **37**<sub>a</sub>(1965), 864—868.

## 用组合隔声窗降低临街建筑的交通噪声干扰

车世光 张三明

(清华大学建筑系)

1988年4月13日收到

对临街住宅受交通噪声干扰问题,本文提出一种把外窗隔声与通风功能分开的隔声方案,即窗平时关闭,通风由带换气扇的消声管道解决。试验研究表明其隔声可使住宅室内达到一级允许噪声标准,在热工和卫生方面也合理可行。

### 一、交通噪声现状及问题的提出

随着交通运输的增长,交通噪声污染日益严重,交通噪声在各种城市环境噪声源中占首位,而且声级最高。87年在北京安定门东沿河小区和崇文门西大街的调查表明,有78%的居民对交通噪声感到不满。图1和图2分别为87年12月测量的北京东三环路边某住宅窗前1米处24小时交通噪声声级及频谱。

根据在几个城市的实测,临街住宅(一层)窗前1米处的等效A声级一般在64dB—73dB(A)之间。

我国在《城市区域环境噪声标准》GB3086-82中规定,交通干线两侧允许噪声标准是70dB(A)。住宅卧室室内允许噪声标准一级为40dB(A)。在住宅开窗情况下,室内声级比室外声级约低10dB。这样,对于临街住宅,即使区

域环境噪声满足标准,住宅室内还是不能满足允许噪声标准,约超标20dB。因此,临街住

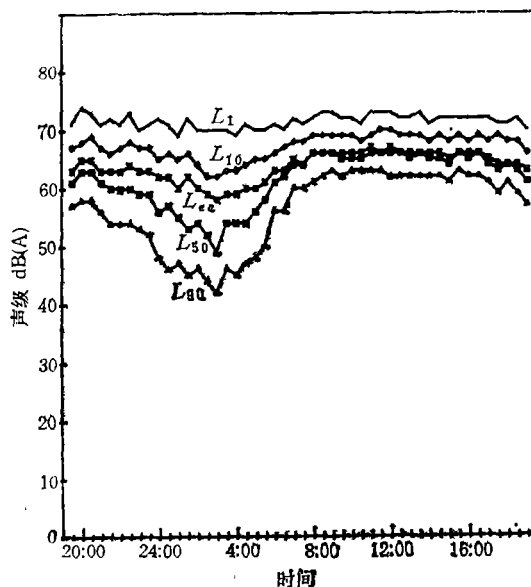


图1 临街住宅窗前1米处昼夜交通噪声声级  
(注:图中数值为每半小时的前17分钟测得)

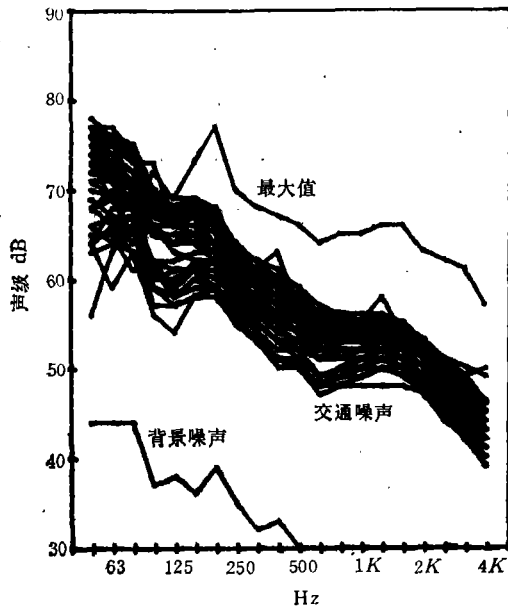


图2 昼夜交通噪声频谱  
(注:图中交通噪声频谱声级为每半小时平均值,最大值和背景噪声为瞬时声级)

宅的噪声环境不能满足居民居住要求,其防噪十分必要。对此,本文提出一种用于临街建筑防噪的隔声窗,因其有几个部分组成,暂称它为组合隔声窗。

## 二、组合隔声窗

组合隔声窗的设计思想是把窗隔声同通风分开,即窗平时关闭,通风靠一个带消声管道的换气扇来解决。这样便有可能满足热环境要求而又提高窗的隔声量,如果需要仍可开窗通风。

自然通风的功能有卫生和热工两个方面,就卫生方面而言,通风可保持室内的氧气浓度、稀释二氧化碳和人体及其它物体散发的气味。为满足一定的氧气浓度所需新鲜空气量极少,若通风量以能稀释二氧化碳浓度为准,根据国外学者推荐的最低通风量见表1<sup>[1]</sup>。假设一个面积14m<sup>2</sup>,净高2.5m的房间,则在住四人和允许抽烟的情况下建议最低通风量为2.52m<sup>3</sup>/min。目前市售家用换气扇中,所见最小的微型换气扇其换气量为4.5m<sup>3</sup>/min,也远大于满足卫生要求所需换气量。因此,就卫生方面来说,

使用换气扇通风是完全可以的。即使采用大换气扇(52W),每天换气按8小时计,每月电费也不过2—3元。

表1 在人员密度已知时的最低通风量

每人所占空间 m <sup>3</sup>	每人新鲜空气供应量m <sup>3</sup> /min		
	最低量	建议最低量	
		不许吸烟	允许吸烟
3	0.678	1.02	1.356
6	0.426	0.642	0.852
9	0.312	0.468	0.624
12	0.240	0.360	0.480

组合隔声窗隔声性能如何,采用后会不会带来夏季过热问题,实验研究结果表明它是可行的。组合隔声窗更带来附加的好处如防尘、冬天保温等。

## 三、组合隔声窗隔声性能

组合隔声窗的隔声测试在清华大学建筑系隔声实验室进行,试验窗为北京市钢窗厂生产的空腹钢窗,窗扇嵌发泡橡胶密封条,窗面积为2.1m<sup>2</sup>。在双层窗测试时,两窗玻璃厚度分别为3mm和5mm,相距20cm,空腔四周贴5cm厚聚胺脂泡沫塑料。开启上述双层窗的5mm厚玻璃窗,作为单层窗时的隔声。隔声测试参照《建筑隔声测量规范》GBJ75-84中有关规定。隔声测试时的组合隔声窗由窗及消声通风管道组成(图3)。试验用消声通风管道由两层

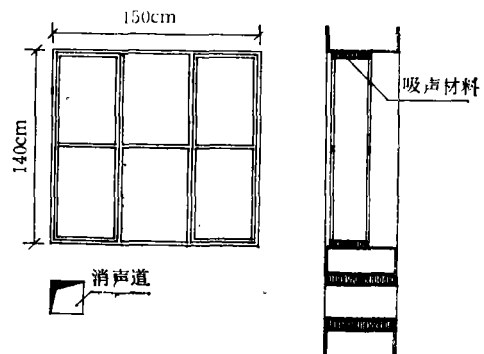


图3 隔声测试时的组合隔声窗

12mm 厚纸面石膏板做外壁,内衬吸声材料为5cm 厚聚胺脂泡沫塑料。消声通风管道共选用三种,第一种为内净截面 19cm × 19cm,长42cm,管四壁衬吸声材料的直管;第二种为内净截面 40cm × 33cm 的 L形弯管,两边长分别为 76cm 和 78cm,两相邻壁面衬吸声材料;第三种为内净截面 35cm × 28cm 的 L形弯管,两边长分别为 76cm 和 78cm,管四壁衬吸声材料。几种方案的隔声测试结果见表 2。

表 2 组合隔声窗隔声量测试结果

序号	窗层数	消声通风管形式	隔声量		
			$I_a$ (dB)	$\bar{R}_a$ (dB)	$T_a$ (dB)
1	双层窗	第一种消声管	31	29	22.7
2	单层	第一种消声管	25	21.4	19.2
3	双层	第二种消声管	31	27.1	22.7
4	双层	第三种消声管	35	31.5	24.9
5	单层	第三种消声管	27	22.4	19.8

从测试结果看,墙上有消声通风管道时的综合隔声量最高时  $I_a$  为 35dB,  $T_a$  (见后面介绍)为 24.9dB,在住宅上实际使用时,对交通噪

声,预计室内外声级差大于 30dB,其隔声曲线见图 4。

现在试验的消声通风管道只是初步的,我们将对消声管道作进一步研究,以便改进其性能。从现有结果看,组合隔声窗完全能满足临街住宅隔声要求。

用于通风的换气扇自身噪声问题已作初步研究。把换气扇装在消声通风管的外端,换气扇噪声经过消声管道得到衰减,且它是稳态噪声,相对对人的干扰较小,对于这个问题的前景是乐观的。

#### 四、组合隔声窗对交通噪声的隔绝

构件的隔声效果与声源频谱有关,组合隔声窗用于临街建筑防噪,其隔声评价考虑交通噪声频谱更为合理。本文所用交通噪声频谱根据一昼夜实测值得到,用交通噪声频谱评价窗隔声得到的单一值用  $T_a$  表示。假设交通噪声声级为  $L_1$ dB(A),用它的 A 计权频谱减去窗的隔声量得剩余频谱的总声级为  $L_2$ dB(A), $L_1$ 与  $L_2$ 的差值即为  $T_a$  (图 4)。几种组合隔声窗方案的  $T_a$  值见表 2。因为在隔声测试时,窗隔声量按 10m<sup>2</sup> 面积计算得到,而实际窗面积只有 2m<sup>2</sup>,考虑这一因素及住宅卧室与受声室在声学特性上的差异,实际使用组合隔声窗时,住宅卧室内外声级差将比  $T_a$  约大 8dB,即现试验的组合隔声窗隔声指标  $T_a$  最大值已达到 32.9dB,完全可以满足住宅防噪要求。从图 4 可知,通过组合隔声窗进入室内的交通噪声主要是低频声,要进一步降低室内声级,改善窗的低频隔声效果较好。

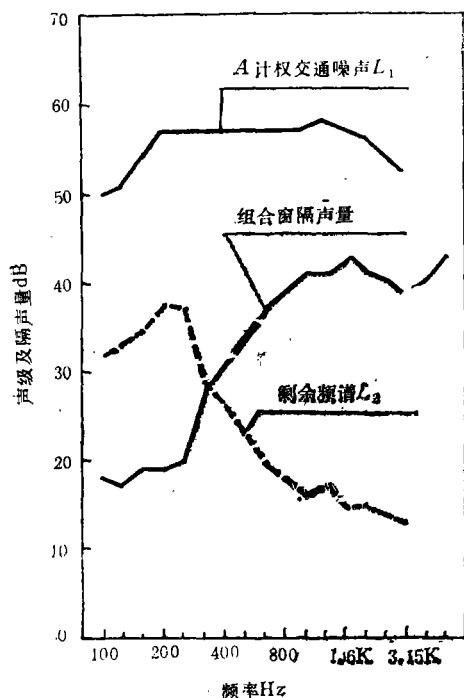


图 4 组合隔声窗隔声量及隔声评价

#### 五、组合隔声窗的热工性能

组合隔声窗设计思想是通过关窗来解决隔声问题,由换气扇来满足房间的通风要求。采用这种做法房间的热工性能如何?为此,我们在暑假期间对组合隔声窗的热工性能进行了对比试验,同时还测了装组合隔声窗的房间在不

天气情况下的热工指标。一个房间的热舒适情况由空气温度、平均辐射温度、湿度和空气流速决定。为评价环境热舒适,有人提出了热舒适指标 PMV。PMV 是综合上述四个因素,同时考虑了人的衣着和活动量大小得到的一个综合评价指标。PMV 值以零为最好,其值与主观感觉的对应关系见图 5。实验中主要测试房间的热舒适指标 PMV,同时还测了空气温度、相对湿度和空气流速。

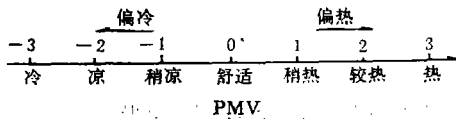


图 5 PMV 值与主观感觉的关系

对比实验在北京清华大学两个热工上具有可比性的南向房间中进行,房间的内部陈设与一般住宅卧室相当。组合隔声窗由关闭窗、换气扇和窗帘组成(图 6)。对照间一直开窗通风。实验中所用换气扇有两种,大换气扇换气量为  $17\text{m}^3/\text{min}$ ,功率为  $52\text{W}$ 。小换气扇可进风也可排风,换气量为  $4.5\text{m}^3/\text{min}$ ,功率为  $25\text{W}$ 。

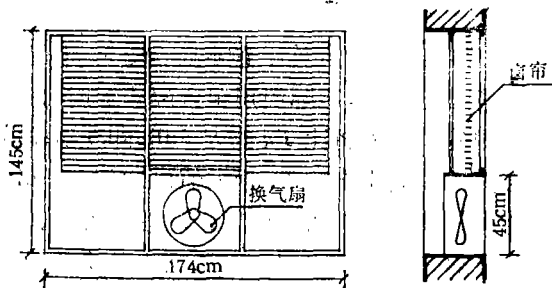


图 6 热工测试时的组合隔声窗

整个实验过程共测试以下六种方案:

- ① 双层窗、百叶帘、大换气扇; ② 双层窗、百叶帘、小换气扇; ③ 单层窗、百叶帘、大换气扇; ④ 单层窗、百叶帘、小换气扇; ⑤ 单层窗、草帘、小换气扇; ⑥ 单层窗、无窗帘、小换气扇。

根据试验结果,发现在双层窗、中挂百叶帘情况下,不论是用大换气扇,还是用小换气扇,白天实验间 PMV 值都明显低于开窗通风的对

照间 PMV 值,早晨及晚上两室 PMV 值相差不大。图 7 是在双层窗、百叶帘、小换气扇情况下,两室 PMV 和空气温度的比较。在单层窗、窗内侧挂百叶帘情况下,使用两种换气扇,结果是白天实验间 PMV 值稍低于对照间。在单层窗、小换气扇、挂草帘和不挂窗帘情况,实验间与对照间 PMV 值无明显差别(图 8)。从整个实验过程看,实验间相对于对照间热工性能比较稳定。

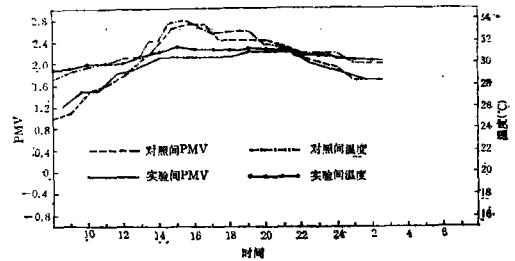


图 7 实验间与对照间 PMV、温度比较

测试日期: 1987.7.31

天气:

窗状况: 双层窗、百叶帘、小换气扇(排风)

白天: 晴间多云, 风向北转南, 风力二、三级

夜间: 晴, 风向南转北, 风力一、二级

温度: 最高  $34^{\circ}\text{C}$ , 最低  $24^{\circ}\text{C}$

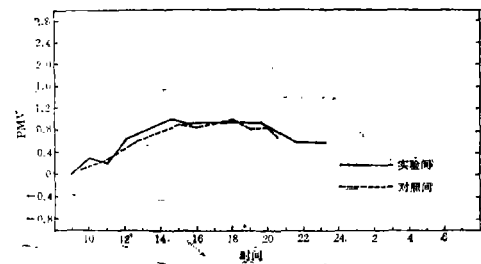


图 8 实验间与对照间 PMV 比较

测试日期 1987.8.11

天气:

窗状况: 单层窗、小换气扇, 无窗帘

白天: 多云转阴, 风向北转南, 风力二、三级

夜间: 阴, 风向南转北, 风力一、二级

温度: 最高  $33^{\circ}\text{C}$ , 最低  $21^{\circ}\text{C}$

实验间和对照间的湿度相差不大,且都比较稳定,在测试全过程中,两室的相对湿度一直在 70% 和 80% 之间。

实验间在使用大换气扇排风时的通风效果明显好于小换气扇通风效果,在门洞口的风速

为 0.3m/s—0.4m/s, 房间中央的风速为 0.3m/s. 使用小换气扇排风时, 室内风速很小, 几乎测不到. 而对照间的风速从几乎为零到 1.0m/s 都有.

由于仪器及人力的限制, 实验中没有记录对照间夜间的数据, 但在一般情况下, 夜间实验间已满足热舒适要求. 在特别热的天气, 如 7 月 31 日 (87 年最热的几天之一), 虽然在夜间对照间 PMV 值降得较快, 但到第二天 1 点多, 两室差别也不大 (图 7).

热工试验结果表明, 不论在哪一种组合窗情况下, 实验间热舒适程度都不比对照间差. 如使用可逆换气扇, 可以在早晨及夜里把室外凉空气送入室内, 这一点在无风情况下, 即使开窗也是做不到的. 在冬天, 组合隔声窗将提高窗的保温性能, 从而改善房间热环境, 这一有利因素这里不作详细讨论.

## 六、讨 论

根据研究结果和分析, 组合隔声窗基于隔

声与通风功能分开的设想, 用于临街住宅防噪, 无论在隔声、热工和卫生方面都能满足要求. 组合隔声窗的窗层数、换气扇大小、消声通风管道形式以及窗帘情况是四个变量, 四个变量的组合可有多种形式, 可以根据房间所处环境及具体使用要求选择一种合适的组合. 在实际使用组合隔声窗时, 窗扇应有良好的密封性. 如采用双层窗, 两窗间距应大于 20cm, 以利于对低频声为主的交通噪声的隔绝. 组合隔声窗非常便于已建住宅的改造. 组合隔声窗用于临街住宅, 可望使居民最终摆脱交通噪声的干扰.

## 参 考 文 献

- [1] (英) D. J. 克鲁姆, B. M. 罗伯茨著, 陈在康等译, 《建筑物空气调节与通风》, 中国建筑工业出版社, 1982 年.

# 金属中超声脉冲的激光产生和压电接收

裴力伟 严玉萍 白玉海

(中国科学院声学研究所)

1988 年 7 月 13 日收到

本文报道了利用 TEACO<sub>2</sub> 激光器的单一光脉冲, 在铝、铜和低碳钢等金属中激励超声脉冲, 并用超声压电换能器检测声脉冲的实验结果. 对声信号的频谱做了初步的分析. 测量和分析将有助于建立激光在固体中激励声脉冲的物理模型.

## 一、引 言

在金属中, 用激光产生超声的设想是由 white 在 1963 年首先提出的<sup>[1]</sup>. 近十年来的许多工作进一步阐明了在金属中可以产生纵波、

横波、瑞利波各种模式<sup>[2]</sup>, 研究了入射激光能量、金属表面状态的改变对于声波产生效率的关系<sup>[3-4]</sup>. 人们对于激光激励超声脉冲的研究给予了很大的关注, 这不只是由于这项研究是一种基本物理现象的探讨, 也由于这项研究可以建立一种非接触的超声无损检测的方法, 并