

阳 台 降 噪 初 探

——一种交通噪声污染的治理方法——

上海市市政工程研究所

一九五二年八月

阳 台 降 噪 初 探

一种交通噪声污染的治理方法

交 通 工 程 组

提 要

交通噪声由于污染源是属于流动性较大的车辆，因而它具有声级高，污染面广，突发性强等特点，对人们的干扰尤为严重。上海针对喇叭声频繁的交通噪声特征，采用了交通管理的手段，以改善行车条件来降低城市交通噪声，业已取得一定效果。本文目的是从防治的侧面着手，针对旧城市改造中新型工房建设的阳台作为防治交通噪声的手段，以降低交通噪声对住房影响。通过实物模拟进行试验，从而定量的确定其实际效果。采用的技术措施是利用阳台板面反射高频声，以及顶面设置简单吸音设施，以期改善对室内噪声影响。试验模拟夏天开窗情况下，室内降噪效果实测，其结果在室内中间（一般办公室家具摆设）降噪可达6—8分贝（A），（插入损失）。

前 言

流动的车辆是交通噪声的污染源，它污染面广，治理比较棘手，根据《上海市区域环境噪声标准》制订时调查资料，全部主观评价

调查中，有41.3%的调查反映交通噪声的干扰，其次是工厂噪声、社会噪声和其它噪声。交通噪声是占有所有噪声源的首位，而且交通噪声之高，以致按《国家标准》中规定的70分贝（A）执行的话，那么所调查的测点，仅有34%测点能满足要求，而有大部份都将超标，交通噪声污染是非常严重的。近年来通过分道行驶，限制非机动车通行，以及限制喇叭声级与深夜禁止鸣号等交通管理等措施，都取得了一定的效果，仅以控制机动车噪声通告发布前后对比看，在繁忙地段、高峰时间测点监测的效果看，平均要下降了3.4分贝（A）左右，尽管如此，但是离开人们需要的安静环境相差甚大。

上海市机动车数量几乎每年以10%速度增长，而道路的增长远不相适应，同时由于旧城改造，住房向高度发展，单位面积人口密度益发增大，交通噪声将有增无减。目前一些沿主要干道的新建住宅建筑，对交通噪声干扰的反应已日益强烈，如四平大楼沿街居民反映由于交通噪声已影响电视和广播的收听，即使在中山环路以外的居民也大量来信要求控制交通噪声的干扰，尤以夏天更为强烈，因为夏天居民大多靠开窗自然通风来降温的，但是开窗之后，交通噪声扰人安眠。因而今后除在规划上应列入交通噪声干扰的影响项目外，对于住宅建筑本身结构上采取适应的技术措施，也是比较积极、主动的治理手段，这虽不是从根本上解决污染源的途经，但是作为治理的另一个侧面也是可取的。

新建的工房在结构上大多都有型式不同的阳台构造，它正处于道路与住房过渡段，利用阳台的栏面板的反射效应以及阳台顶面采取一定吸声处理，将声能大部消耗于传送过程中来降低噪声，是很能被接受的，但是其实际效果如何？也就是要作出定量分析，这就是本文的任务。

试 验

模拟试验是选择本所实验大楼作为对象，本所实验大楼与老办公大楼中间相隔有 30 M 左右之球场，可认为与交通于道二侧的住房有相似性，对噪声模拟有反射效应。具体选择测试房间在 404 室，主要考虑它既处于各层中部，又处于整个楼面中心，这是一幢有外走廊的六层大楼，走廊原系扁铁栏杆，其外形参见图一。

试验另一个需要解决的是声源问题，交通噪声本身的规律性较差，声级涨落幅度大，而且它的重复性很差，而作为实验性声源，最好要求其规律性较好，前后能反复重现，同时对进一步作频谱分析时最好本身的频谱能有较为规律变化，因而采用录音带录制粉红噪声通过高传真录音机及音箱加以播放的，粉红噪声特点，对低频部份有所加强，使耳感更为明显，他的频谱从低频到高频绘制时此较平坦，使用这样的声源可以人为的控制音量，同时又可反复再现，这是对比各种措施效果的统一基础。

目的是要通过试验了介室内对于各种防治措施的效果，因而测点以室内为主要地点，一般衡量是以房屋中心为准，但也有认为近窗处为衡量标准的（《市标》规定室内任何地点）为了比较二者关系，以现有三通道为基础，测点在室内布置近窗（离窗35厘米处）及房屋中心（离门4.025米处）二个固定点，并且在声源正前方二米处设一监视测点，话筒高度均为1.2 M。

试验方法：所有测点，包括监测点在内全部通过多笔记录仪记录，这样可以同步记录各测点瞬时声级变化，为了摸清不同车道宽度车辆对住宅的影响，声源位置在高度上作了离地0.5 M及1 M二组变化，距离作7.5 M，10M，12.5 M，15M四种不同距离变化（见图一），同时为了了介不同声级的影响，每次声源以四种不同声级布放，一般在78—96分贝（A）范围内，对于原状及1米栏杆挡板1.4 M栏杆挡板，以及每种挡板高度中均实测了有吸音顶面及无吸音顶面二种措施。每项措施及原状均依次作了声源、高度及平面位置变化的测试，每一位置又以4种声级加以比较，目的是企图从这些排列组合中了解各项措施的实际效果。

这些降噪措施是拦面板采用石棉瓦楞板，这主要是考虑材料的易于取得，试验时装卸方便，而吸音措施是采用超细玻璃棉用布挂在顶面的简单方法来试验的。当然实际应用时，拦面板的材质比石棉板更好，质量密实，隔音效果更好一些的材料。而吸音处理，可能

~ 4 ~

还有装饰性措施，效果可能会较试验中差一些，因超细玻璃棉的吸声系数可达0.8，是实用中其他材料难以达到的，但为了初探其效果，这样试验具有简单可行的一面。

结 果

从统一比较基础出发，所有数据均以与二米处之衰减值来表达，因为纵然可以操纵声源音量旋钮使2米处声级加以调整，但是难免会发生1—2分贝之波动，在试验过程中旋钮固定位置变化，但由于电压等原因前后时间之2米声级变幅还是较大的，因而与2米处监视点衰减值形式来表达的话即可消除声级变化因素。对于几种措施之对比值是以插入损失来反映的，单位均为dB(A)。（记录量表中可能有±0.5 dB误差）

一、 挡板效果：

若以挡板进行分析的话，可以将1 M挡板、1.4 M挡板与无挡板时之衰减值进行比较其结果，见表一。

拦板效果对比

单位dB(A) 表一

测点位置 声源距离			靠窗 35cm				房屋中央4 0.25m			
			7.5M	10M	12.5M	15M	7.5M	10M	12.5M	15M
分 项										
无拦板时衰减值			21.5	21.5	21.5	21.5	27.5	26	24.5	24.5
低位	1M 拦板	衰减值	21.5	21.5	22.5	22.5	27.5	28.5	28	28
		插入损失	0	0	1	1	0	2.5	3.5	3.5
	1.4M 拦板	衰减值	23.5	23	23.5	24	30	31	30	30
		插入损失	2	1.5	2	2.5	2.5	5	5.5	5.5
无拦板时衰减值			21.5	22	22	22.5	27	26.5	25	25
高位	1M 拦板	衰减值	21.5	22.5	24	23.5	27	28.5	28.5	29
		插入损失	0	0.5	2	1	0	2	3.5	4
	1.4M 拦板	衰减值	23.5	24	25	24.5	30.5	30.5	31	29.5
		插入损失	2.0	2.0	3	2	3.5	4.5	6.5	4.5

拦板的设置显然对改善房屋中间的声场更为有效,而且声源高测点越是远。拦板增高后的效果越显著,对近窗最大仅有2~3分贝左右的改善,在室内,拦板作用(1)无论是高位还是低位,当拦板加高40厘米后,其降噪效应益发明显,差值可达2 dB(A)左右。(2)拦板对远距离声源效益更加显著。根据实验数据,拦板在近距离声源时(离阳台7.5米左右)只有2~3分贝左右之衰减,而当声源在10米以上时,其插入损失可达5分贝左右。

三 吸声措施效果:

为了验证吸声措施对1米拦板, 1.4米拦板都作了吸声措施的测试, 使用吸声措施, 均采用超细玻璃(吸声系数=0.8)用挂铺方式进行比较的。测试结果的整理如表二。

吸声措施效果对比 (表减值)

单位 dB(A)表二

测点位置 声源距离		靠窗 35CM				房屋中央 4.025M				
		7.5M	10M	12.5M	15M	7.5M	10M	12.5M	15M	
分 项										
低 位	1M 挡板	无吸声	21.5	21.5	22.5	22.5	27.5	28.5	28	28
		有吸声	27.5	27.5	25	25	33	31.5	29.5	28.5
		Δ_1	6	6	2.5	2.5	5.5	3	1.5	0.5
	1.4M 挡板	无吸声	23.5	23	23.5	24	30	31	30	30
		有吸声	29	28.5	27	27.5	35	34	32	32.5
		Δ_1	5.5	5.5	3.5	3.5	5	3	2	2.5
高 位	1M 挡板	无吸声	21.5	22.5	24	23.5	27	28.5	28.5	29
		有吸声	27	27.5	25.5	25	32.5	31.5	29	28.5
		Δ_1	5.5	5	1.5	1.5	5.5	3	0.5	-0.5
	1.4M 挡板	无吸声	23.5	24	25	24.5	30.5	30.5	31	29.5
		有吸声	29.5	28	28.5	23.5	35	33	33	32.5
		Δ_1	6	4	3.5	4	4.5	2.5	2	3

吸音措施对于近距离声源有较大效果, 在近窗可达5~6分贝, 在室中也可达4.5~5.5分贝, 但对于远距离声源效果并不明显, 而且随距离增大, 吸音措施效果明显下降, 一般靠窗处效果仅限于

10米以内，而室中仅限于7.5米范围内有较明显效果，挡板高度影响虽仍以高挡板为著，但相比之下、从吸音效果看其降噪值要小得多。

三 组合效果

以挡板与吸音措施共同采用时并加以组合，根据试验实测的结果如表三所示：

挡板与吸音措施组合效果：

单位：dB(A) 表三

测点位置 声源距离			靠窗 35CM				房屋中央 4.025L			
			7.5M	10M	12.5M	15M	7.5M	10M	12.5M	15 M
分 项										
无挡时衰减			21.5	21.5	21.5	21.5	27.5	26	24.5	24.5
低 位	1M 挡板	衰减	27.5	27.5	25	25	33	31.5	29.5	28.5
		插入损失	8	6	3.5	3.5	5.5	5.5	5.0	4
	4M 挡板	衰减	29	28.5	27	27.5	35	34	32	32.5
		插入损失	7.5	7	5.5	6	7.5	8	7.5	8
无挡时衰减			21.5	22	22	22.5	27	26.5	25	25
高 位	1M 挡板	衰减	27	27.5	25.5	25	32.5	31.5	29	28.5
		插入损失	5.5	5.5	3.5	2.5	5.5	5	4	3.5
	4M 挡板	衰减	29.5	28	28.5	28.5	35	33	33	32.5
		插入损失	8	6	4.5	5	8	6.5	8	7.5

采用组合措施后，特别是1.4米之高挡板效果尤为明显，最大衰减值竟高达35分贝，特别在室中插入损失可以达到8分贝左右，

近窗也能达到4.5~8分贝。这一结果,为我们对于夏天开窗情况下所造成室内声级偏高获得了补偿,因为从一般单层窗能达到衰减量也仅8~10dB而已,而且它的另一特征是当1.4米高拦时,室内插入损失 无论近场远场噪声源,均能获得较为一致的效果,这对于当道路宽度较大时,采用组合措施,无论从任一车道发出噪声源,都将由不同的降噪措施发挥其降噪效果,而使室内获得最大的插入损失值。

1米拦板对于降噪效果,从组合形式来看,比1.4米拦板效果总的来说要差,虽然1米拦板对远距离效应较好,但是它的降噪效果不及近场距离声源的吸音措施效果大,因而综合时,其效果仍以1.4米高拦为好。(参见图二)

四 正向与侧向声源:

为了使试验取得明显结果,在试验中声源正对测点,系为正向声源,而实际应用中车辆行驶所发射噪声是为侧向声源,正向与侧向声源对于降噪将会产生什么影响呢?在试验中专门对于1米拦板的效果作了测试,其结果如表四:

1 M 高栏板正向、侧向声源比较 (高位) 单位: dB(A) 表四

测点位置 声源距离		低 位 0.5M				高 位 1.00M			
		7.5M	10M	12.5M	15M	7.5M	10M	12.5M	15 M
1M	正向	21.5	22.5	24	23.5	28.5	28.5	28.5	29
栏	侧向	27	28	29.5	29	32.5	33	33.5	34
板	差值 Δ	5.5	5.5	5.5	5.5	4	4.5	5	5

实验数据表明,无论是正向还是侧向声源,对于任一测点位置,任何不同声源距离,其反映出来的值仅是一个常数衰减,在靠窗测点约为 5.5 分贝的差值,而对于室中测点约为 4.5 分贝左右差值,也就是说从正向声源的衰减值中再减去 4.5 分贝左右即可获得侧向声场的实际衰减值,但它的插入损失在各项措施中是不变的。

三 近窗与室中相对衰减:

测点位置不同,往往反映声级也是不同的,而且不同的场合有不同环境噪声要求,而且它往往与室内构造,陈设等各方面因素有直接关系,在室内环境测量中往往是选择室中测点作为取样点的。而作为环境噪声监测时与居民有矛盾情况下,往往是选择在近窗测点,原《市标》中拟规定,在不得已必须作室内测量时〔标准值〕可提高 10dB(A),但同时规定是室内最大声级处和最高声级时间由居民来指定。因而面对实际情况近窗测试的可能性是很大的,为了研究二测点的实际措施效果,以二测点的相对衰减作为对比列述于表五。

近窗与室中相对衰减对比

单位: dB(A) 表五

声源高度 声源距离 分项	低 位 0.5M				高 位 1.00M			
	7.5M	10M	12.5M	15M	7.5M	10M	12.5M	15M
无 拦 板 时	6	4.5	3.5	3	6	4	3	2.5
1M 无吸声	7.5	6.5	5	5.5	7.5	5.5	4.5	5.5
1M 有吸声	5.5	4.5	4	3.5	5.5	4.5	3.5	3.5
1.4M 无吸声	7	8	6.5	6	7.5	7	6.5	5
1.4M 有吸声	5	5.5	5	5	5	5	5	4.5
侧 向 声 源					6	5	3	3

试验结果表明了近窗与室中相对衰减的关系具下述几个特性:

1. 无论是有措施无措施时, 其室中与近窗的相对衰减都随声源位置(距离)的变化而变化。声源由近距离向远距离移动时, 相对衰减也随之减小。换句话说, 声源距离越远, 在室内的声场与近窗声场变化越小。

2. 但是有拦板措施时, 虽然也仍保持距离衰减变化形式, 但是近窗与室中相对衰减都增大, 也就是说, 室内声场变化梯度较大, 也可以这么理解拦板对于改善房屋内的噪声干扰效果较为卓著。但对于近窗位置的声场将更为复杂化。

3. 吸声措施情况下, 二者关系随声源距离变化的趋势显得不明显, 当1.4米高拦板时, 几乎与声源的远近无关, 纵然1米拦板时, 也明显下降了。这表明, 吸声措施效果, 室内声场变化, 不

会随声源远近起伏，室中与近窗处总能保持一个恒定的变化关系。

4 侧向声场影响也同样符合随声源距离变化的规律变化。

六 噪声源的分析：

在试验中是采用粉红噪声的录音带，它的频谱特性显然与汽车发动机噪声不同的，因而为方便对比起见专门录制了柴油机，怠速噪声，同时进行了 无措施情况下及 1.4 M 挡板有吸音措施情况下高位的对比测试，以比较粉红噪声与汽车噪声的差异，其数值整理如表六。

粉红噪声与柴油机噪声 (1.4M 挡板) 单位：分贝(A) 表六

测点位置 声源距离		靠 窗 35CM				房屋中央 4.025M			
		75M	10M	125M	15M	75M	10M	125M	15 M
高 位	粉红噪声								
	全部无措施	215	22	24	235	27	265	25	25
	组合措施	295	28	28.5	28.5	33	33	33	33.5
	Δ_3	8	6	4.5	5	8	6.5	8	7.5
	柴油机噪声								
	全部无措施	205	195	21	21	255	245	25	25
位	组合措施	26	—	28.5	27.5	31.5	—	32.5	31.5
	Δ_3	5.5	—	7.5	6.5	6	—	7.5	6.5

粉红噪声由于低频部份成份予以加强，因而它在近距离时吸音效果尤为明显。而柴油机噪声之基频在中频范围，频率特性是有差异的，因而实测结果看：柴油机噪声对于所采取之技术措施，仍然是有较大的衰减值的，纵然二种声源之频率特性不同，但对于采取组合措施的降噪效果仍然有效。所不同的柴油机噪声近距离效应比较粉红噪声为差，而对远距离效应基本是相同的。近距离的效应差，主要还是低频

吸声效应的差异所致。当然这有待于进一步的频谱分析加以确认。

总的来说,从上述结果可以认为用粉红噪声作为实验声源,来模拟交通噪声还是可以的其差别不会太大。它最大优点是介决了实验中声源重复性的模拟。

讨 论

一、实用价值

看来,利用建筑物的阳台拦板以及阳台顶面之安装吸声材料,对降低室内噪声有着明显效果,最大可达8分贝(A)左右,在实际使用中的可能性是颇值得探讨的。

1. 衰减量是可取的:从实际生活中人的耳感对于差异在3分贝以上时即可明显辨别,即在声能量的概念上已增加了一倍,当差异达到8分贝时声能量将差6倍左右,因而在降噪作用是不可忽视的。

2. 实际设施可能、现在常用拦面板不外实体的与空格式二种,后者常用于美化上的需要或为减轻栏杆悬臂荷载时使用。假如我们采用实体栏杆在施工上并不困难,而且面饰花纹,也不难作美化图案的。同样可以达到美观之目的,而且造价上也不致增大大多,假使进一步对实体拦面作强反射的贴面(如磁砖、面饰砖等)或者用吸声材料镶而也都是可行的。如将膨胀珍珠岩材料镶入混凝土面板中,既能有吸声效果,也可对膨胀珍珠岩强度不高问题获得补偿,估计

该种拦面效果将比瓦楞板效果更强。另外在吸音顶面上，利用牛腿梁与阳台底板间空腔安装吸声材料及吸声穿孔板构成吸声顶面，对于悬臂阳台板采用吸声毡贴面，也是不费难的，估计增加的建设费用，按建筑物面积计每平米5元左右。这在建筑中还是有可能的，当然采用多孔吸声板代替超细玻璃棉时效果不及超细玻璃棉效果更为明显。

三 措施的选择性：

还是使用拦板好，还是使用吸音措施好，这往往是人们所经常关心的。从前面结果的分析，拦板对于远距离声源效应有较明显的效果，而且高栏比低栏效果更显著。

这就取决于道路的宽度，当道路宽度较大时，拦板的实体化与加高是值得取用的措施，而当道路较窄要使室内取得良好效果时建议以吸音措施为佳，它对近场的衰减有明显效果。当然有条件时组合考虑，亦以高拦为佳，当然高栏升高不能无限升高，这对日照，通风将受到影

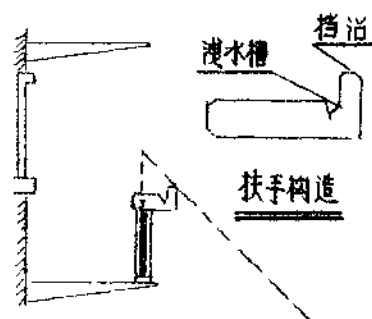


图 三

响。建议可以加宽栏杆扶手的宽度以获得相应的加高效果（如图三）栏杆加宽后可以作为绿化盆栽的放置。当然最好在栏杆外沿设计凸缘反内侧浅水沟和浅水孔配套更为有利于盆栽的安装。因为盆栽绿化与

开窗季节正好是吻合的。而且盆栽绿化是具有一定降噪作用的。面对现实，由于人民生活水平提高，新工房盆花栽植的情况也愈益普遍。加宽栏杆扶手、有益安排盆栽植物的地位。将是化钱不多而又可降噪，调节空气、美化环境一举多得的好事情。肯定会获得设计施工和使用单位的欢迎。

三 低声级与本底噪声迭加问题：

试验中由于利用本所大楼的办公室作为测试对象，即使试验是在夜间或例假日进行，但本底噪声还是由于周围工厂及沿马路噪声干扰，本底噪声在45~50分贝(A)左右不等。因而有些较低声级的录音播放时，又由于吸声及挡板等有较大衰减的情况下，往往在“I”类组合中2M监视声级为78—84分贝(A)时，在室中测点时常常只有47—52分贝的一些测量数据中，使数据出现迭加本底情况。而使记录声级较之实际为大，而使衰减值变小。这里有这种可能，那就是本底声级大于有措施时之室内声级，则实际记录是本底声级，是加大了实际声级，那么同样使计算衰减值变小。正由这些原因，往往当I类声源（即最低一级声级时，一般每次测试分I类2米声级一般为78—84分贝；II类为84—90分贝；III类为89—93分贝；IV类为91—96分贝）时，在室内中心有时仅为47.5分贝(A)其衰减值明显比后面三类声级之衰减值要

小得多。其根本原因恐在于此本底声级的迭加造成的。在对四类声级的计数中，基本上采用平均值的方式来加以表达的。而同时又是兼顾了由于上述迭加因素的原因，对于个别相差较大的衰减值予以剔除，并选取后者之平均值来表达的。

四 进一步探讨途径：

本试验只是以实验声源为基础对二种措施作了一些定量的剖析，但仅限于 A 声级的一个参量分析。日后好进一步进行频谱分析，这对于改善措施型式上是有益的。另外措施当然不仅限于这些，对于没有阳台的，即使有阳台的，壁面的吸声贴面，粉刷也值得探讨的。还有阳台扶手上的盆栽绿化虽然可能效果并不显著，但是结合实际利用的可能，把各项降噪效果加以综合，那么其总效果还是可观的。当然更进一步的效果有待实物试验的验证了。

刘启龙执笔

一九八二年二月一日