
*
*
* 组 装 式 轻 型 钢 质 隔 声 罩 *
*
*

应凌翔 张重超

组装式轻型钢质隔声罩

上海交大

应凌翔 张重超

一、引言

控制机械设备噪声的根本途径是降低它们本身辐射的声功率。这就需研制低噪声的机械设备以及改用低噪声的工艺，无疑这应该是设计及工艺部门长期努力的目标之一。

目前，许多机械设备由于工作原理、工作性能及运转条件方面的种种限制，一时还不能从根本上解决噪声问题，将噪声级降到有关标准的要求上。从现有情况来看，要使若干种高噪声的机械设备能够满足工业企业噪声卫生标准，隔声罩不失为一种有效的声学控制措施。

机械设备种类繁多，形状与尺寸千差万别，噪声级有高有低，频谱特征变化多端，如何能适应不同的要求，则是组装式隔声罩所应解决的主要问题。

组装式轻型钢质隔声罩是由标准式样的隔声板组装而成。这种隔声板是将噪声控制技术与组装式结构结合起来，具有重量轻、隔声量大，能在现场迅速组装成不同形状与不同尺寸的隔声罩等特点。采用这种隔声罩后，能够使多数工业机械设备的噪声控制在噪声标准之内，满足防治的要求。

按照“轻型”的要求，专门设计了用1.5~1.6毫米厚的薄钢板拉制成的型钢作为隔声板的框架。型钢的宽度定为50、75、100与150毫米四种规格。型钢的最大长度可达6米。这种薄板型重量很轻（宽度为100毫米的型钢，每米长度的重量不到2.4公斤），但构成框架之后具有足够的刚性。

型钢框架的一面复上厚度小于2毫米的薄钢板，用接触焊与框架固定。面板的厚度可根据隔声量的要求选定。框架的另一面，即朝向声源的一面，复有0.5毫米厚、穿孔率达30%的穿孔板，或可用相当的钢板网代替。

在框架的空腔中充填吸声材料。其容重视噪声源的频谱特征而定。一般情况下可采用容重为25公斤/米³的超细玻璃棉，为了防止玻璃棉从穿孔板孔中飞扬出来，玻璃棉外可复盖一层玻璃纤维布。

这样，面板、框架、吸声材料与穿孔板构成了一块标准式样的隔声板。

按照市场上供应最多的薄钢板规格为2000×1000毫米，因此，标准隔声板的尺寸定为高×宽=1950×990毫米。根据机器设备的实际要求，隔声板的宽度不变，高度可以调正。

图1为标准隔声板的结构简图。

上述隔声板属于轻型构件，结构的自振频率较高，最低的自振频率已进入声频范围。为了防止发生吻合效应，避免出现共振频率与吻合频率处的隔声量大幅度下降，在面板内侧复有3~5毫米的阻尼材料。这种阻尼材料同时封填了框架与面板的接合面，提高了隔声板的气密性，使漏声量有所减小。

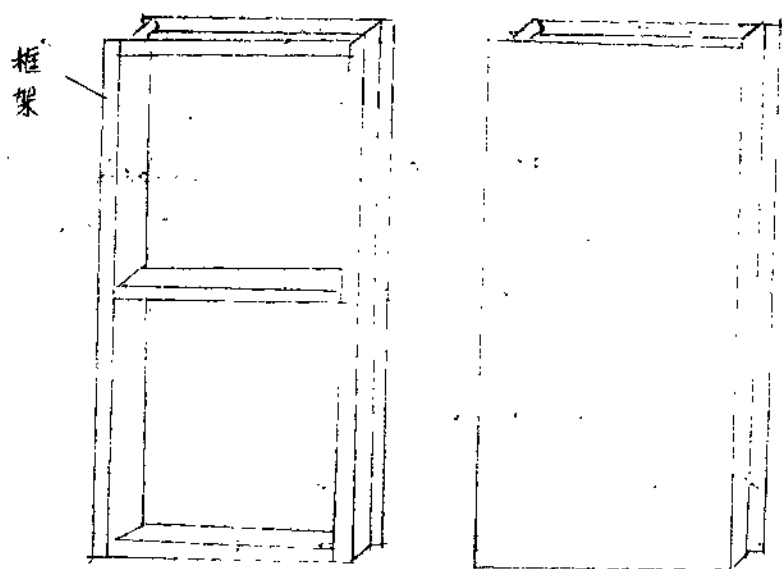


图1 隔声板示意图

按隔声板中吸声材料的布置，可以有如图·2 所示的三种型式。

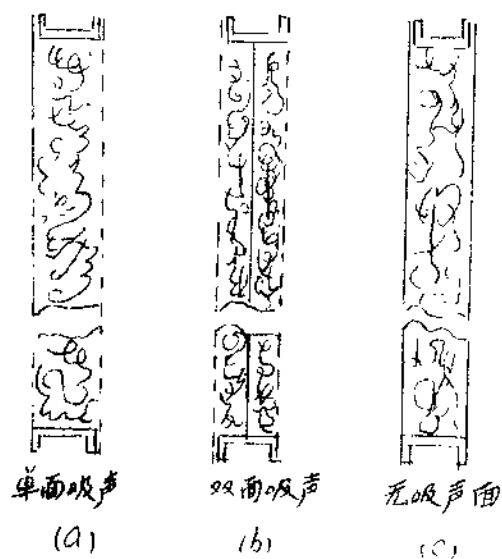


图 2

图中(a)为平面吸声,是图1隔声板的标准型式。(b)为双面吸声式,将钢板布置在框架的中央,两面复有吸声材料。这种隔声板适宜用作双层隔声罩的隔声板。(c)为无吸声面积,隔声板二侧均为密实的钢板。根据隔声量及频谱的要求,空腔中可充填吸声材料,以提高隔声性能;或者充填黄沙,籍以增加隔声板的面密度,改善低频的隔声量。

100毫米厚的标准隔声板,其面密度大致为

(a) 型隔声板 ~ 35 公斤/米²

(b) 型隔声板(充沙) ~ 170 公斤/米²

(c) 型隔声板(充 25 公斤/米³

玻璃棉) ~ 40 公斤/米²

采用(c)型隔声板时,为了改善罩内壁的吸声,采用了图3所示的薄膜振动吸声层,悬挂在罩内壁上。图中(a)为50毫米厚的

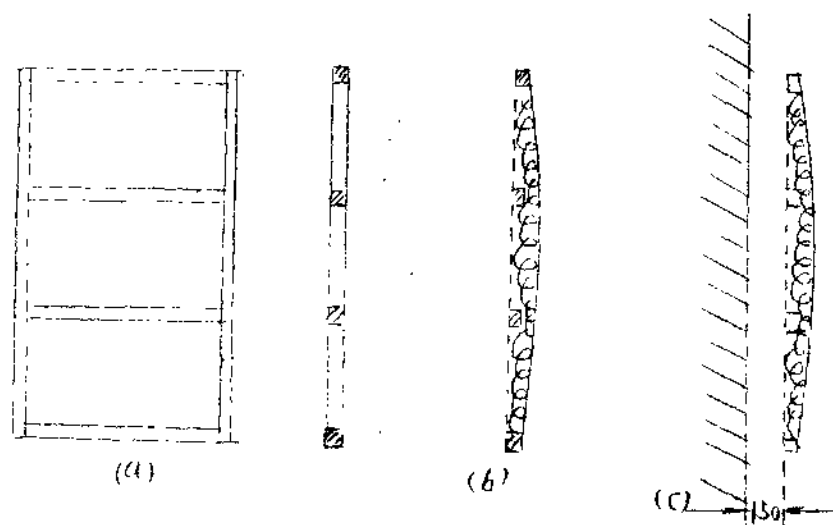


图 3

木框架。(b) 为木框内充填超细玻璃棉，外侧用柔软而不透气的织物张紧在木框上的情形。(c) 图为隔声板与吸声层的安装示意图。二者之间保持有 150 毫米的间距。根据文献介绍，这种吸声结构在 100~400 赫之间的吸声系数可达 0.8。

三、组装结构

在现场能将隔声板迅速组装成隔声罩是这种隔声罩的最重要的特点。

组装结构要求能将相邻的隔声板彼此紧密连接起来，连接部应具有足够的刚性，接缝处的漏声量要小。组装结构一般采用榫合装配工艺。板与板的可能榫合结构有如图 4 所示的几种方式。

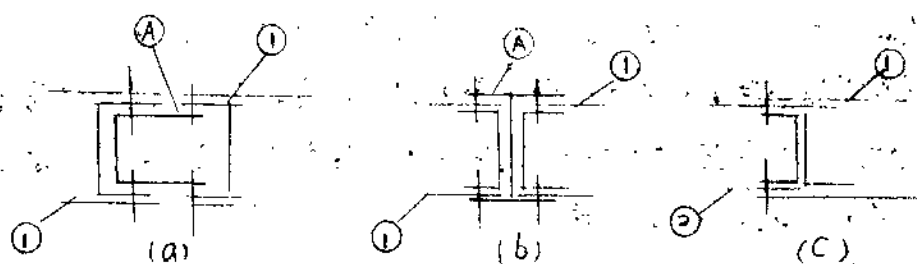


图 4

(a) 图中采用槽式型钢作榫骨；(b) 图中采用 I 字型钢作榫骨；(c) 图中不采用任何榫骨，装配时使标准隔声板①嵌入标准板②中。

经过多次探索 and 比较，组装式隔声罩采用了 (a) 型榫合结构。它与 (b)、(c) 型相比有以下优点：

1. 槽式型钢比 I 字钢容易制造。
2. 标准板和结构是统一的，而 c 型需要二种标准板；

3. 可以采用底板型钢，便于装配，而后二种型式无法采用底板型钢（见后面装配图5）。

4. 只要控制好槽式棒骨的公差，装配后接缝处的漏声量不会大于2分贝。

实践证明，这种棒合装配结构能够满足现场迅速装拆的要求，装配后隔声罩的墙面平直，外型美观。

图5所示为组装式隔声罩的装配示意图。

由图可以看到，在底部安放有底板型钢，每一块隔声板嵌在此型钢中。二块板之间没有一根槽型棒骨，相邻的隔声板以此棒骨为连接件，依次拼装下去即可构成整块墙板。实际组装表明，不仅相邻墙板的嵌配并不困难，而且组装后的整片墙板很平整，毋需临时校正。此外，在组装时只要将相邻墙板的棒骨配合好，后者上去的隔声板就垂直于地面，不会倒下，省去了临时性的撑架，给现场组装带来很大方便。墙板装配完毕后，用自攻螺丝将隔声板棒骨拉紧固定，减少接缝处的隔声。

隔声罩的顶板也如此组装，然后整块顶板搁置在墙板的顶部，在接合面之间加垫乳胶海棉。底板型钢与地面之间也垫有乳胶海棉，用以隔离振动和减少缝隙漏声。

图中示出了隔声门和观察窗。

多数隔声罩还需考虑罩内的散热通风问题。因此需加装通风机，以及在进气口处安装消声量大致与隔声量相当的消声器。这些设备未在图5中示出。

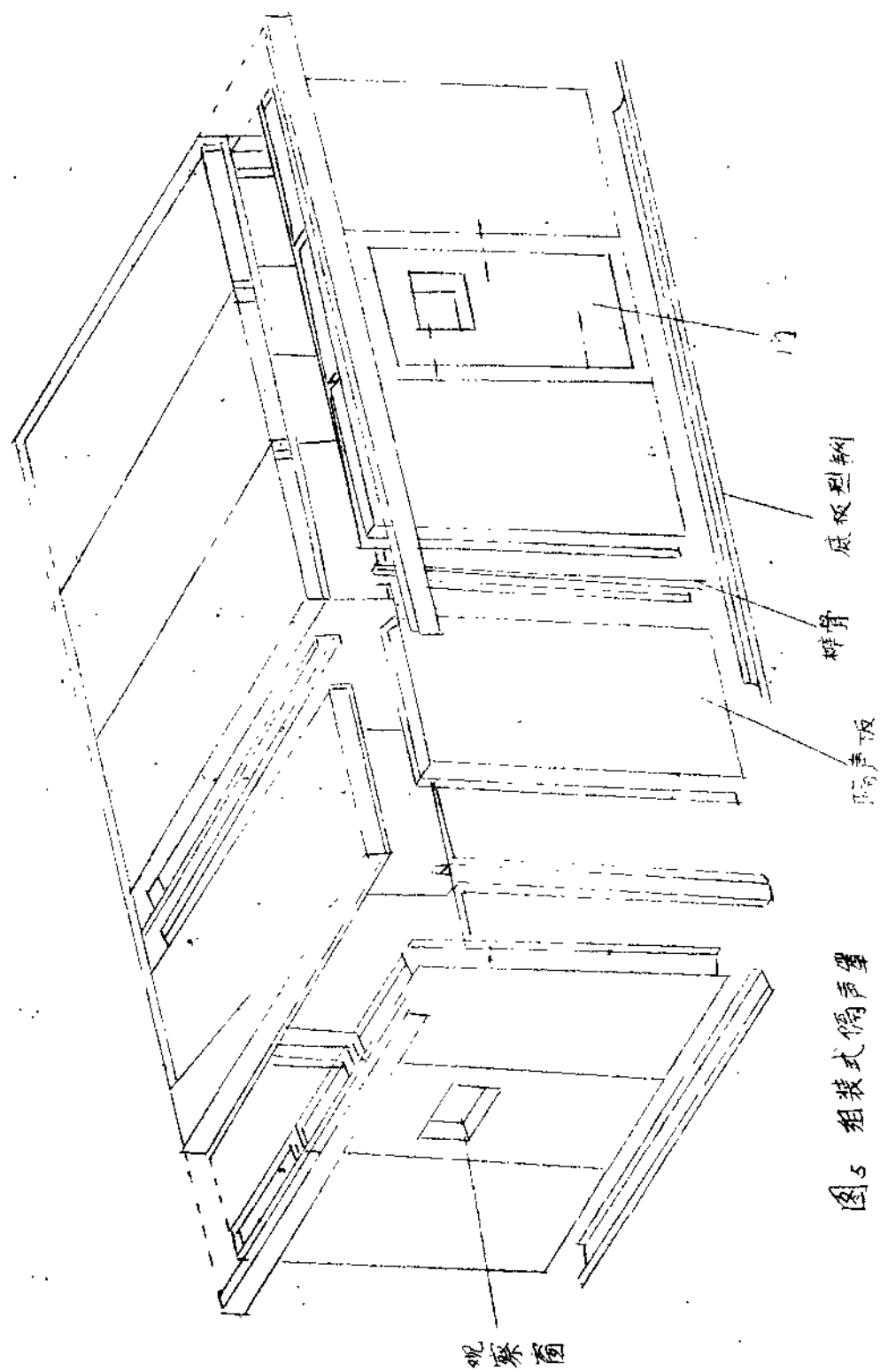


图5 粗装式隔声罩

四、通 风

要保证罩内机器设备维持正常的环境条件隔声罩的通风问题应予重视有些隔声罩之所以导致失败，通风系统的不匹配是一个重要的原因。

配置隔声罩的通风系统应考虑三个问题。

1. 通风量的确定

通风量有两种方法可以估算。第一种方法是按机器设备的功率损失或表面散发的热量，根据规定的空气温差估算出所需的风量。第二种方法是按换气次数直接估算通风量。

第一种方法需要知道机械设备的总效率或者表面的温度，求得散发的热量，再去估算通风量。有关数据一时不易获得，或者只能利用统计数值。对于旧设备，并不一定准确。因此，所得通风量只能作为参考之用，并且没有第二种方法简便。

由于隔声罩的容积并不很大，按第二种方法就很可以求得通风量：

$$Q = nv \quad \text{米}^3/\text{时}$$

式中 n 为换气次数，次/时； v 为隔声罩容积， 米^3 。根据多次实践，换气次数 n 在 60~120 之间选取是比较恰当的。对于鼓风机一类的机械，一般装隔声罩后无需考虑它的通风问题。

2. 通风机型式

隔声罩通风系统用的风机都属于低压大风量型式，并且要求风机的噪声低，体积小，又便于安装。

离心式风机当风量增大后，体积与重量较大，不易安装在罩内，且噪声也较高。

目前，隔声罩的风机选用了一科研成果 DPS 型低噪声轴流风机系列中的有关型号。这种风机耗能小、噪声低、重量尺寸不大，易于安装在消声器内，能够满足隔声罩通风的要求。风机的主要性能列于下表中。

隔声罩用轴流风机特性

序号	风量 米 ³ /时	全压 毫米水柱	电动机功率 千瓦	噪声级 分贝(A)
1	1200	12	0.06	58
2	4000	12	0.25	60
3	7000	20	1.1	74
4	12000	20	1.1	74
5	15000	28	1.5	77
6	20000	24	2.2	76
7	25000	28	2.2	80

一般轴流风机的风量——风压特性比较陡峭，当系统内的阻力略有改变时，风量则有较大的变化，对于小型隔声罩（其容积在 20～30 米³），空气流路较短，阻力不大，可采用一台风机，将空气压入隔声罩内。对于大型隔声罩，则应采用二台风机，分别安装在进口及出口消声器内。冬季可用一台风机，夏季可定二台同时运转，相当于二台风机串联运行，使通风量适当增加，能够保持罩内温度维持正常，确保机器安全运转。

3. 消声器

隔声罩用的消声器以片式阻性消声器为较好。通道内的流速控制在 6～8 米/秒之内，消声器的消声量应与隔声罩的隔声量相当。

消声器的截面尺寸应与轴流风机的直径相适应，以便将轴流风机安装在消声器内。

消声器通常都布置在隔声罩顶部，构成隔声罩顶板的一部分，如图6所示。有特殊要求的隔声罩或因其他原因，消声器也可垂直布置作为墙板的一部分。图7为双层隔声罩四个半园形消声器的布置示意图（平面示意图）。图中①、②为进气消声器，③、④为排气消声器，⑤为通风机。

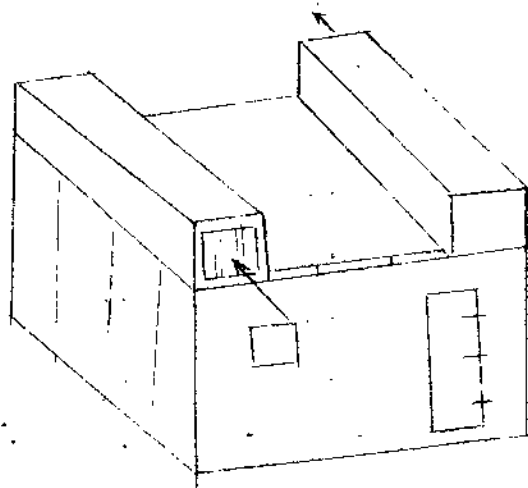


图 6

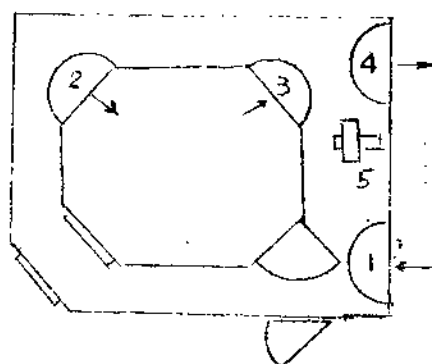


图 7

五、应 用

组装式轻型钢质隔声罩自研制成功后，一年多来，制造了四十余套，隔声板面积近2200多平方米。最大一套隔声罩的板面积达220平方米。

隔声罩的使用对象有：各式鼓风机、球磨机、冲床、电动机与

齿轮箱（100~300千瓦），搅拌机，纸浆机，编织机，材料疲劳试验机、透平机、水泵、高压油泵、粉碎机以及集控室等。欲控制的机械设备的噪声一般在100分贝（A）左右，其中少量机械达到110~128分贝（A）。

安装的隔声罩大多数用（a）标准隔声板组装成单层隔声罩。疲劳试验机由于频谱中的低频成份（80~200赫）很高，故采用了（c）型隔声板，内填黄沙或玻璃棉，能够达到预定的设计要求。叶片振动疲劳台由于噪声高达128分贝（A），则采用图8所示的双层隔声罩，内罩为（c）型板，外罩为（a）型板，板厚150毫米，静态隔声量达到79.5分贝。

上述对象中工业用的机械设备，采用单层隔声罩后，罩外声压级均能控制在85分贝（A）之下，达到了噪声标准中新车间的要求。

现将其中几个典型的隔声罩的简况列于本表中，图8，9，10分别为隔声罩1，3，10后的静态测试结果。

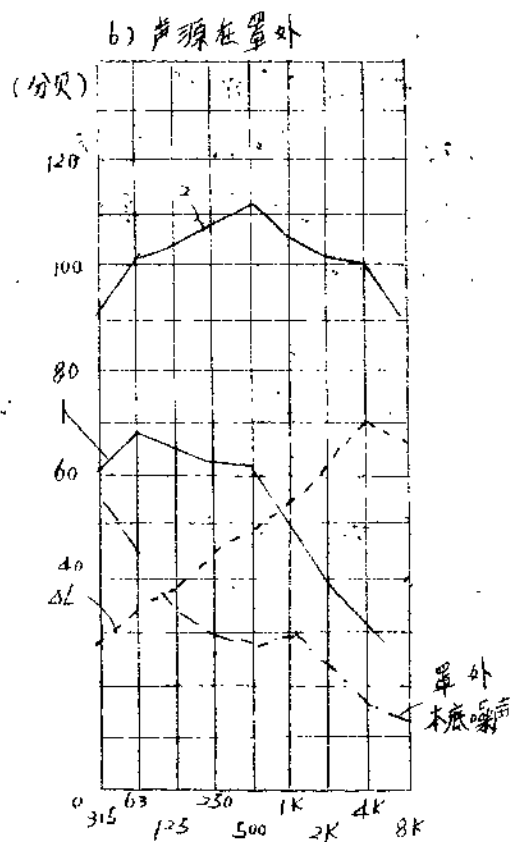
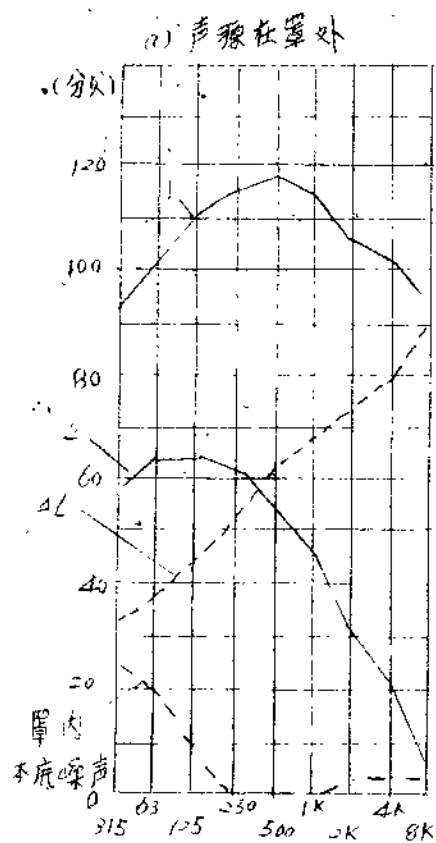
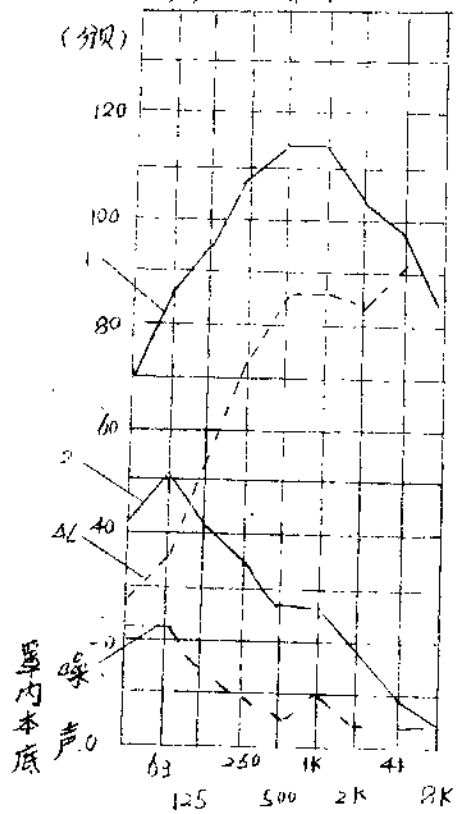
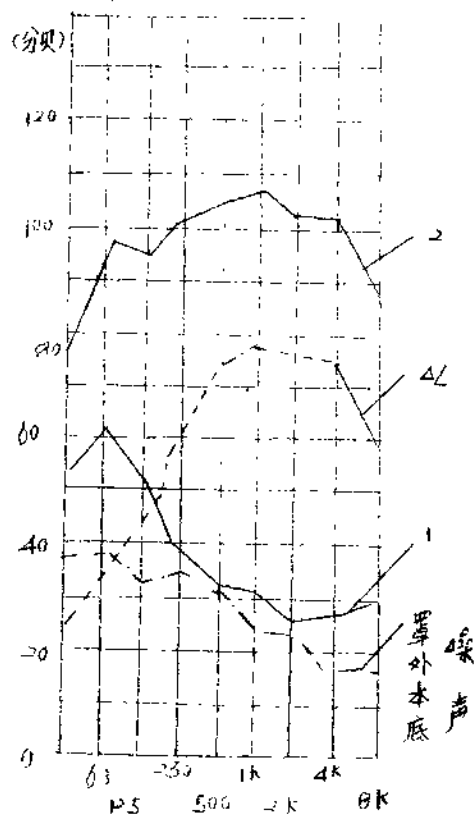


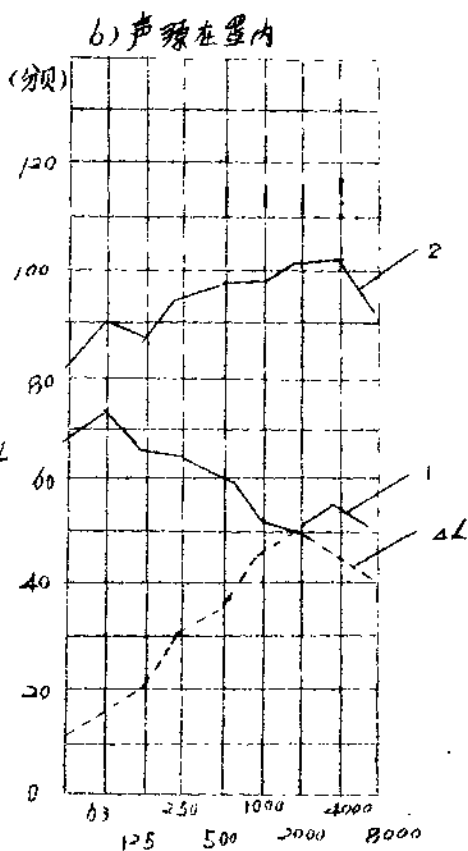
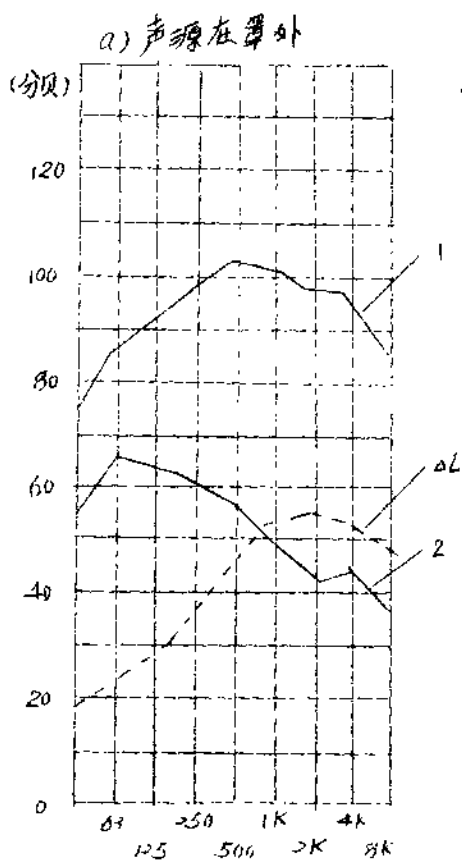
图8 单层充沙式隔声罩隔声性能
(字符意义同前)

a) 声源在罩外



b) 声源在罩内





典型隔声罩

序号	名称	单位	隔声板型式	隔声罩尺度 长×宽×高(米)	声压级 安装前 安装后	备注
1	材料疲劳试验机	上海交大	(c)型, 充沙	5.3×2.5×3.5	98~100 < 65	
2	材料疲劳试验机	南京航空学院	(c)型, 充玻璃棉	2.2×2.1×1.98	110 < 65	
3	叶片振动疲劳 试验台	上海交大	(a), (c)型, 双层罩	内罩 33×2.3×2.2 外罩 4.5×2.9×2.6	128 < 65	板厚 150 毫米
4	160吨卧式冲床	上海永久自行车 总厂	(a)型	4.4×2.85×19.5	100- 103 78-80	
5	63吨冲床 (五台)	上海东风有色合 金厂	(a)型	13.23×10.0× 3.0	100- 86~ 104 87.5 95-100 74-79	进料口 其他 部位
6	药料搅拌器	上海卫生材料厂	(a)型	9.85×4.4×2.05	103 < 80	
7	纸浆机(三台)	上海利华造纸厂	(a)型	5.5×4.18×3.0	113 < 80	
8	球磨机(二台)	南京梅山工程炼铁厂	(a)型	10.7×7.42×3.0	109-114 78-83.5	
9	机舱集控室	南京铁路局轮渡所	(a)型	3.0×2.5×2.0	112 < 68	
10	电动机(110)瓦与齿轮箱	上海轮胎厂	(a)型	3.46×2.13×1.95	95-100 80-84	

注: 表中未加说明的均指隔声板厚度为100毫米的单层隔声罩。

六、结束语

1. 组装式轻型钢质隔声罩重量轻、隔声量大、现场装拆迅速方便。

10 100毫米的(a)型隔声板组装成的平层隔声罩能满足大多数工业机械设备的降噪要求,罩外声压级可降至85分贝(A)以下。

3. 应当重视隔声罩通风系统的设计,风机以轴流风机为好,系统的风量、消声器的消声量应匹配得当。

4. 双层隔声罩能满足特殊高噪声源的噪声隔离。

5. (c)型隔声板适合于隔离低频丰富的噪声。