

# 超声加工硅、锗小片工艺



夏宝柱

(北京电子管厂)

1982年6月7日收到

超声加工半导体材料—硅、锗小方片和小圆片,在我国已有二十多年的历史了。由于硅、锗材料硬度高、脆性大,又是晶体结构,在加工中如果工艺不合理,就会产生尺寸不准确,崩边,缺口和碎裂等情况,所以,超声加工中的工艺研究是一项重要工作。

超声加工硅、锗小片主要由粘片、焊刀、切割、溶洗几个工序组成。如果任一道工序操作不当,对加工质量都会造成不良影响。现就有关工艺作一介绍。

## 一、粘片

粘片是超声加工前的准备工作,将欲加工的硅、锗大片粘到玻璃板上以便切割。粘胶的选用对粘片质量影响很大。比较理想的粘胶应是熔点低、以便操作,且固化后强度高;同时,也要考虑溶洗方便。松香与石蜡配制的粘胶虽然熔点低,但粘接强度不够高。火漆粘胶固化后发脆,所以这两种粘胶都不理想。用虫胶“洋干漆”与松香按重量比1:1配制的粘胶比较理想。粘片温度为80℃时效果最好。粘大片时,注意涂胶要均匀,片子要平整地粘贴在玻璃板上。片子与玻璃板之间不允许有空气泡。脱胶及清洗时,将玻璃板放到电炉上加热,待胶熔化后,便可取下加工好的片子,放到工业酒精溶液内热煮几分钟,热煮两次即可清洗干净。

为了减少进刀产生崩边,最好在已粘好的硅、锗片上面,再粘一片0.2mm—0.3mm厚的“盖玻片”。超声切割时它可起保护缓冲作用,其效果明显、崩边现象可减少7%左右。

应用声学

## 二、焊刀

刀具焊接质量是影响超声切割质量的关键。刀具不仅要焊牢、尺寸精确,而且加热焊后,刀具不能变形,要达到上述目的,首先要选用理想的锡焊料。实践证明采用牌号为“Hi-SnPb39”的锡铅焊料(锡占59%,铅占41%)效果较好。其熔点为180℃,抗拉强度4.7kg/mm<sup>2</sup>。焊刀温度控制在270℃左右较合适。焊接后要自然冷却,避免刀具变形。焊圆刀最好使用圆刀焊刀夹具,焊方刀最好选用组合方刀,这样可提高生产效率(圆刀焊刀夹具和组合方刀的制造可参考第三届全国功率超声学术会议上北京电子管厂关于超声加工中的刀具焊接报告)。

## 三、切割

影响超声切割质量因素是多方面的。切割压力过大,刀具易变形,出现切碎和产生崩边等现象;压力过小,影响切割效率。试验证明,切割压力要根据切割面积、刀具多少来调整。一般选择在50—60g/mm<sup>2</sup>为宜。切割硅、锗小片,一般选用碳化矽磨料。磨料规格一般选用磨料基本粒度与超声加工刀具振幅相一致,磨料与水的体积比在1:3左右为宜。

在操作中,除工艺因素外,操作人员的责任心也是十分重要的。应加强操作人员的岗位责任制。从粘片到切割、溶洗完毕,由操作人员一包到底,定期进行产品质量的统计和鉴定,进行奖评。实践证明,这样做既能提高产品质量,又提高了操作人员的技术水平。

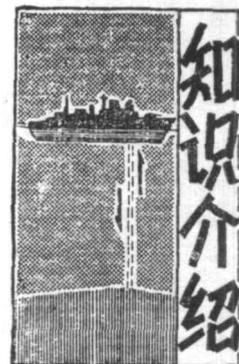
• 41 •

# 高保真立体声(IV)

沈 蒙

(中国科学院声学研究所)

1983年1月10日收到



## 四通路立体声

在音乐厅内听实况演出时,除了听到直接来自乐队的直达声以外,同时也听到由房间内各个表面反射来的许多反射声。这些反射声是由房间增添的,反射声的总和形成“环境声”,它反映了音乐厅的音质。听众在立体声录音节目中能够听出“环境声”并辨认录制音乐节目大厅的音质。听双通路立体声时,可以感觉到录制时音乐声传来的方向分布,能认出管弦乐队各种乐器的空间分布位置。但是双通路立体声还有不足之处,例如,声象主要在两只扬声器之间大约几十度的张角区域内,除了响度差别外,只有不太明显的三维立体效果。双通路立体声缺少环境声,因为收听房间的形状、尺寸和声学特性都和录音大厅不同,位于舞台前的传声器所接收的声信号,如果用位于听众前方的扬声器重发时,无法再现环境声。所以双通路立体声还不能产生和实况演出那样的音质。

四通路立体声系统试图在重放音乐时部分地再现环境声,以产生真实的空间感。四通路立体声使用四只传声器接收声信号,其中两只靠近舞台,拾取直达声,即左前( $L_f$ )和右前( $R_f$ )信号。另外两只较远的传声器,用来拾取环境声,即左后( $L_b$ )和右后( $R_b$ )信号。这些信号通过四条通路,用布置在房间四角的四只扬声器重发以获得空间感。实践中录音师常常使用多只传声器(经常多达16只传声器)接收声信号,并经过复杂的混合过程,使来自传声器组的输出混合在一起,以产生具有上述四只传

声器效果的信号。四通路立体声给听众一种空间感觉,使接收房间从声学观点来看就象是录音时的音乐厅。图1表明收听房间好象是变大了,虽然对于各种立体声系统,放大的具体尺寸是不同的。当然不论用那一种放声系统,都不可能达到音乐厅原来那样的声学尺寸。

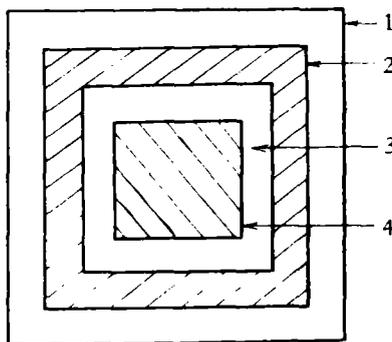


图1 四通路立体声增大了听众房间的声学尺寸  
1. 音乐厅的大小; 2. 分离式四通路声感觉到房间的大小; 3. 矩阵式四通路声感觉到房间的大小; 4. 实际听音房间的大小。

由于目前流行的立体声唱片和立体声调频广播只有两条通路,因此四通路立体声中的一个重要问题是采用什么样的调制方式,使两条通路能够容纳四路信息,并且尽量使它具有兼容性。由于采用的编码方式不同,出现了许多四通路立体声系统而无法标准化。四通路立体声给放声提供了一种新的音质感受,但它是否是一种成功的放声系统,是否是理想放声系统的极限,还有争议。至少可以认为音乐厅内的

声音不会完全来自四个点，四通路声只能重现声音的水平方向分布，不能给出垂直方向的空间效果。因此目前许多录音节目企图使用两条后通路，在听众周围创造一种“环绕立体声”，而不仅仅重现“环境声”。如果录音时四只传声器放置在乐队中间，四通路声就有使听众如同位于录音演员中间的效果，就象是和乐师一起在舞台上。人们发现，和只让后扬声器重发环境声相比较，这是一种令人振奋的经验。

## 一、四通路立体声的制式

四通路立体声系统如图 2 所示，按照其通路数量和编码方式，可以分成分离制，矩阵制和模拟制三种。分离制也称 4-4-4 制，其中四路声信息或它们的组合在录制、存贮和重发过程中保持完全分离的状态。矩阵制也称 4-2-4 制，矩阵的意思是混合，四路声信息经过逻辑电路和矩阵电路组成的编码器，以不同的幅度和相位组合成两个复合信号。在重放时，经过相应的解码器，将两路复合信号分解成四路声信号，但在存贮或传输时只需要两条通路。矩阵制的优点，是在声音存贮或传输时组成的两路复合信号，与双通路立体声兼容，所占的频带宽度也一样，可用于立体声调频广播。缺点是各通路之间的串音不可避免。反之，分离制的优点是通路之间的串音小，缺点是系统甚为复杂。

也可以从双通路立体声中分出一部分信息，加上人工混响和延时或进行一定的相位变换，而另用放置在听众后面的扬声器重发，以获得环境声。因为在双通路立体声中，含有与四通路声再现环境声密切相关的信息，通常这种信息由双通路立体声前方扬声器重发而失去效

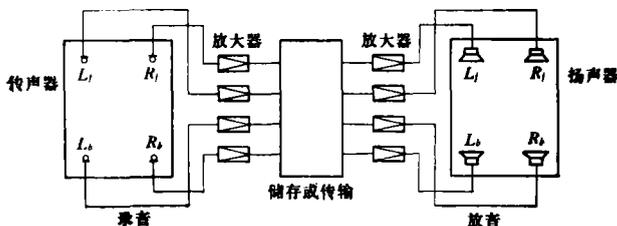


图 2 四通路立体声系统

应用声学

果。如果通过矩阵变换并把这种信息送到后扬声器重发，听众就可感觉到明显的“环境声”。由于这种方法试图从双通路立体声导出四通路立体声，故称为 2-2-4 模拟立体声系统。显然，2-2-4 系统的音质不如 4-4-4 系统和 4-2-4 系统，但比 2-2-2 系统要好，并且设备简单。

实际上，从双通路立体声导出环境声，甚至不一定需要矩阵、附加放大器和扬声器的完整的 2-2-4 系统。只利用普通双通路立体声设备，再加上一只辅助扬声器，就有可能获得后通路重发的环境声，这种方案如图 3 所示，非常容易实现。这时左扬声器和右扬声器按照通常方法接到放大器的输出端，而第三只辅助扬声器则接到左扬声器和右扬声器的正端上。这样，左信号和右信号之间的任何差别，将使电流通过第三只扬声器，听众就能感觉到来自辅助扬声器的“环境声”。

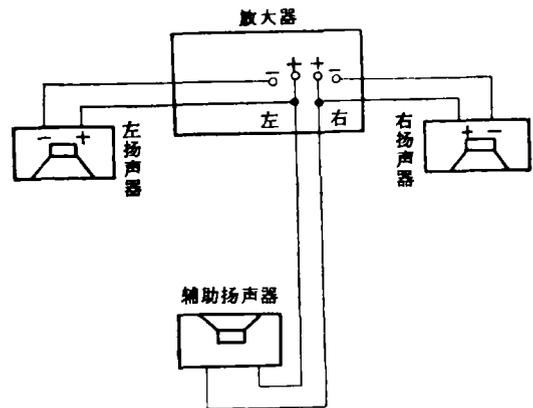


图 3 在双通路立体声放大器上连接辅助扬声器以产生环境声

## 二、四通路立体声唱片

四通路立体声唱片要求在唱片的槽纹内贮存四路独立的信息。实际流行的有 CD-4 唱片和编码唱片。CD-4 表示“兼容的分离制四通路”，它是 4-4-4 系统。编码唱片有美国哥伦比亚公司的 SQ 制和日本三洋公司的 QS 制两种，它们的差别仅仅是信号混合的比例不同，一种引用反相关系，另一种在编码中引入一些相移，

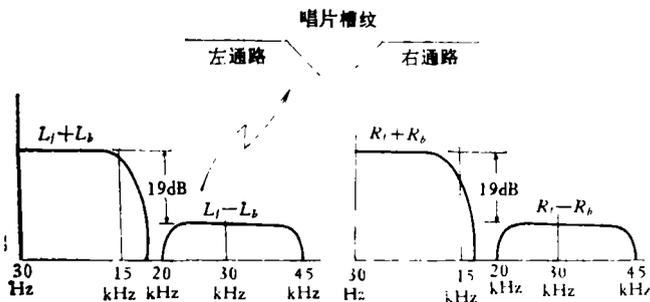


图4 CD-4 唱片上槽纹内的信号频谱

都是 4-2-4 系统。

### 1. CD-4 唱片

CD-4 唱片的槽纹中，除了双通路立体声的左右两通路外，还有附加信号。四路信号  $L_f, L_b, R_f, R_b$  组合后，把  $(L_f + L_b)$  置于左壁，把  $(R_f + R_b)$  置于右壁。频率范围都为 50—15000Hz，和双通路立体声一样。正是把前后通路的信号加在一起，四通路立体声就变成双通路立体声，具有了兼容性。此外， $(L_f - L_b)$  和  $(R_f - R_b)$  信号则用调频方法调制在 30kHz 载波上，使其频率范围变为 20—45kHz，再分别与  $(L_f + L_b)$  和  $(R_f + R_b)$  信号一起刻在左壁和右壁上而不会发生干扰。图 4 给出 CD-4 唱片槽纹内信号的频谱。

重放 CD-4 唱片时需要专用的解码器进行解码，先把  $(L_f - L_b)$  和  $(R_f - R_b)$  信号恢复到 50—15000Hz 范围，然后通过矩阵获得如下信号：

$(L_f + L_b) + (L_f - L_b) = 2L_f; (L_f + L_b) - (L_f - L_b) = 2L_b; (R_f + R_b) + (R_f - R_b) = 2R_f; (R_f + R_b) - (R_f - R_b) = 2R_b$ 。因此 CD-4 唱片载有四通路立体声的全部信号，属于 4-4-4 系统。它的缺点是唱片槽纹中包含高达 45kHz 频率的信号，对于典型的双通路立体声拾音器来说，无法正确随纹。为了放唱 CD-4 唱片需要特殊形状的唱针。最近研制的激光唱片，有可能满足这种宽频带要求。声音用二进制数字形式记录下来，放唱片不用唱针而用激光束，因而避免机械接触和磨损，展宽的频率范围可以安排上述四通路声的信息。

### (2) 编码唱片

编码唱片允许使用普通双通路拾音器重发四通路立体声节目。在录制时，先用编码器将四路传声器信号组合成两路复合信号。因为不用调制技术，所以这两路复合信号都在声频范围内(频率最高到 15kHz)，重放时可以用双通路立体声唱机，也可以经专用解码器将两路复合信号重新恢复为四路信号，用四只扬声器重放四通路声。

编码唱片的优点是，录制唱片的方法不需太大变化，与双通路声兼容，可直接用于立体声调频广播。其缺点是，一旦四条传声器通路混合成两路复合信号，就没有办法把它们恢复成原来的样子。4-2-4 系统的通路间不可避免会有串音，因而降低了通路的分离度。下面举例说明这种情况。如果接收时只有左前信号，其值假设为 1.0，四路输入信号(其中三路为零)经编码组合成两路复合信号，在放声时，通过解码器重新恢复的四路输出信号并不完全与原来的四路输入信号相同(见表 1)。如果原来只有左前信号  $(L_f')$ ，放声时除了左前信号外，尚有左后信号  $(L_b')$  和右前信号  $(R_f')$ ，但其声压级低 3dB，因此在其它位置上听众所感觉到的声象，可能发生畸变，这种现象比 4-4-4 系统要严重得多。为了解决这种听众位置不同引起的声象干扰问题，可以用逻辑电路。如果接收时只有  $L_f$  信号，放音时除  $L_f'$  外，尚有  $R_f'$  和  $L_b'$  信号，但它们比  $L_f'$  低 3dB。可以用自动检测电路求出信号最强的通路，然后降低其它通路的增益。这样就使坐在左后扬声器附近的听众仍感觉到声音来自左边，因为这时从左前扬声器传来的信号较强。

表 1 4-2-4 系统串音的一个例子

输入	输出
$L_f = 1.0$	$L_f' = 1.0$
$R_f = 0$	$R_f' = 0.7$
$L_b = 0$	$L_b' = 0.7$
$R_b = 0$	$R_b' = 0$

4-2-4 系统的编码方法不是唯一的，可以

表 2 4-2-4 系统的编码信号和解码信号

	QS 制	SQ 制
复合信号: 左通路	$L_T = 0.92L_f + j0.92L_b + 0.38R_f + j0.38R_b$	$L_T = L_f - j0.71L_b + 0.71R_b$
右通路	$R_T = 0.92R_f - j0.92R_f + 0.38L_f - j0.38L_b$	$R_T = R_f - 0.71L_b + j0.71R_b$
解码信号: 左前信号	$L'_f = L_f + 0.71(R_f + jL_b)$	$L'_f = L_T = L_f - j0.71L_b + 0.71R_b$
右前信号	$R'_f = R_f + 0.71(L_f - jR_b)$	$R'_f = R_T = R_f - 0.71L_b + j0.71R_b$
左后信号	$L'_b = L_b + 0.71(R_b - jL_b)$	$L'_b = L_b + j0.71L_f - 0.71R_f$
右后信号	$R'_b = R_b + 0.71(L_b + jR_f)$	$R'_b = R_b - j0.71R_f + 0.71L_f$

采用各种方法来实现, 每种方法的串音程度不同。目前至少使用着两种矩阵制唱片录音系统, 即 QS 制和 SQ 制。它们都能够给出四通路立体声的效果, 虽然比 4-4-4 系统稍差些, 但其设备简单, 与双通路立体声有兼容。表 2 给出二种矩阵制编码方式, 其中 SQ 制的矩阵只利用每条通路中四个信号中的三个, 因此其分离度较好。

### 三、四通路立体声磁带录音和放音

用磁带记录和重发 4-4-4 系统的立体声似乎最为简单, 只要磁带上四条独立的磁迹, 这是使四通路立体声节目具有最佳立体感所必须的。但在实践中, 四通路立体声磁带录音和放音问题, 一直没有很好解决。盘式四通路立体声磁带录音机价格昂贵, 无法普及。而卡式录音机的磁带通常有 8 条等宽度磁迹, 它可以组成两个四通路立体声节目。但卡式录音机只适于放音, 因此不能满足使用要求。四通路盒式磁带还从未实际应用。虽然有可能使用盒式磁带的四条磁迹, 来记录一个四通路立体声节目, 但这样会使四通路立体声盒式磁带与现有盒式立体声录音机不具有兼容性。因此获得盒式磁带专利权的飞利浦公司反对采用。另一方面, 飞利浦公司曾建议把已经相当窄的 3.8mm 盒式磁带分成八条磁迹, 这样将有兼容性, 但是目前磁头工艺不能保证优良的特性, 所以民用电子工业拒绝采用这一建议。因此, 目前仅有少数厂家继续研制四通路盒式磁带, 但几乎没有录音节目。

应用声学

### 四、四通路立体声广播

四通路立体声也可用于广播。最早的四通路立体声广播是使用两套立体声调频广播, 缺点是不具有兼容性。为了与导频制立体声广播兼容, 四通路立体声广播传送下述四种信号:

$$S_1 = L_f + L_b + R_f + R_b; S_2 = (L_f + L_b) - (R_f + R_b); S_3 = (L_f + R_f) - (L_b + R_b); S_4 = (L_f + R_b) - (R_f + L_b).$$

上述四种信号,  $S_1$  具有全部信息, 放置于主通道供单通路收音机接收,  $S_2$  具有左-右信息,  $S_3$  具有前-后信息, 它们用正交调制方法调制于 38kHz 载波,  $S_4$  对 76kHz 载波调频, 但只传送上边带, 这样就不妨害 SCA 信号。上述四通路立体声广播信号的频谱如图 5 所示。虽然还有许多方案, 但工商业界多支持用编码唱片进行四通路立体声广播, 即采用 4-2-4 系统进行广播。

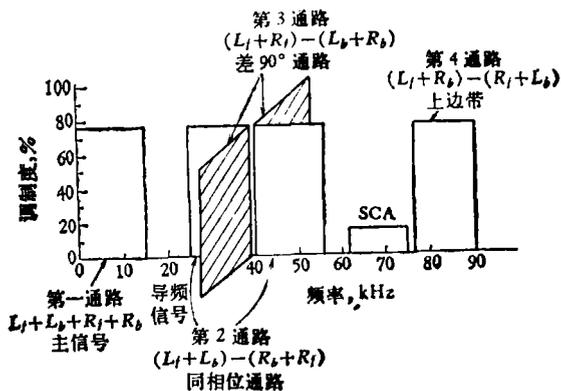
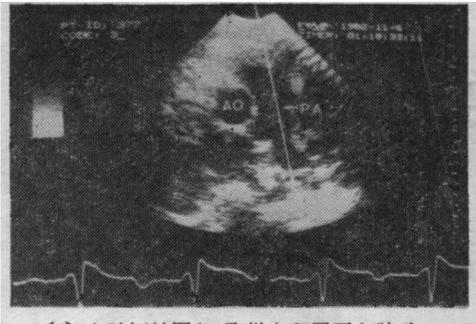
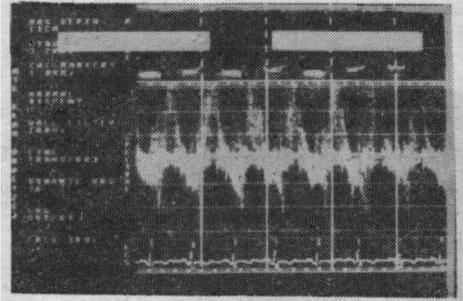


图 5 一种四通路立体声广播方案的信号频谱 (下转第 27 页)



(a) 心脏短轴图象, 取样容积置于主肺动脉内肺动脉瓣的远侧。



(b) 收缩期向下的频谱由肺动脉内正常血流产生;舒张期向上的频谱是由动脉导管来的血流产生, 频移大于 3kHz. 由频谱知, 舒张期的射血时间只占整个舒张期的 2/3, 说明病人合并有肺动脉高压。

图 10 动脉导管未闭时的血流频谱图

## 四、结 束 语

双功能显象仪集中了 M 型、B 型和脉冲多

(上接第 45 页)

## 五、四通路立体声扬声器的布置

大多数人愿意从房间装饰角度要求整齐美观的观点来布置扬声器。但这种位置并不提供最好的发声。一般说来,扬声器的布置只能采用视觉和听觉要求的折衷方案。但可以估计到,凡是双通路立体声扬声器布置中遇到的问题,在四通路立体声中都会有,并且更难以解决。

通常高频声容易被吸收,因此中音扬声器

普勒技术的优点,为心脏疾病的无创伤检查提供了有效的手段。应该指出,以上工作是在我们对脉冲多普勒技术刚开始使用时做的。一例假阳性和 1 例假阴性病人,按现在经验,我们认为有可能得到正确诊断。作者对 40 例先天性心脏病病人的脉冲多普勒检查、x 线和心导管检查与手术结果作了对比分析,看到脉冲多普勒检查较 x 线结论更为明确,与心导管检查的绝大多数结果一致。(另文发表)。随着临床经验的积累和诊断准确率的提高,做到部分或大部取代心导管造影是可能的。但是这种技术也有局限性,如对于心脏复杂畸形病人的诊断较为困难,还需要心导管等其它检查综合判断,作出诊断。

## 参 考 文 献

- [1] J. M. Reid et al, *Pro. 8th ICMBE*, 1969, 10.
- [2] D. W. Baker, *IEEE Trans SU-17*, 3(1970), 170.
- [3] S. L. Johnson, D. W. Baker et al, *Circulation*, 48(1973), 810.
- [4] S. J. Goldberg et al. *Circulation*, 58(1978), 147.
- [5] J. G. Stevenson et al. *Circulation*, 58(1978), 322.
- [6] J. G. Stevenson et al, *Circulation*, 59—60(suppl II) (1979), II 206.
- [7] F. E. Barber, D. W. Baker et al. *IEEE Trans. Biomed, Eng. BME*, 21-2(1974), 109.

和高音扬声器不应当被家具或其它物体阻挡住。听众应该坐在靠近扬声器主轴的地方(在 45° 范围内),如能面向扬声器则能听到较多高频声。如果扬声器靠近墙面、墙角放置,则能增加低频声,因此每只扬声器的声学环境将决定它在低频、中频和高频之间的音色平衡。当然四通路立体声的四只扬声器不可能处于相同声学条件下,这种差别可用放大器上四个单独的音调控制器来补偿。扬声器到听众的距离不同,引起响度级不同,可以用放大器上的平衡控制器来调整。

(下转第 32 页)

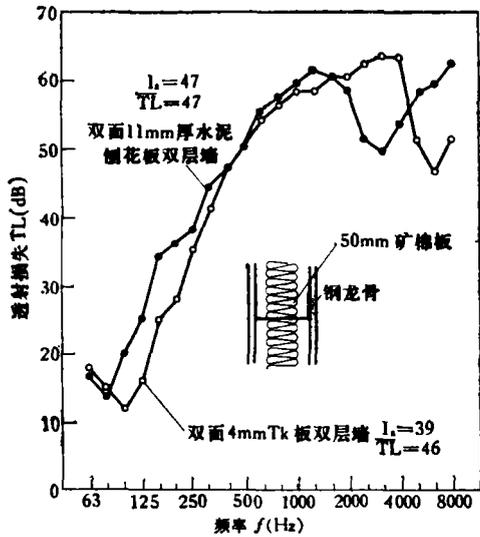


图6 4mmTK板双层墙(22kg/m<sup>2</sup>)和11mm水泥刨花板双层墙(37kg/m<sup>2</sup>)的隔声性能比较

层,虽有可能因阻抗失配而使声波反射,但此空气层厚度与声频波长相比毕竟太微小了,其作用也就忽略不计。

图7所示的实验结果,说明三层4mmTK板隔墙和两层6mmTK板隔墙的总质量相同,但由于前者的临界频率高,使它在100到4000Hz范围内的平均透射损失 $\overline{TL}$ 提高了2dB,从(2)可知,在墙体总质量保持不变情况下,只有当两侧墙板的质量相同时( $m_1 = m_2$ ),才能得到最大的透射损失,即( $m_1 \cdot m_2$ )达到极大值。因此对两侧墙板的重量或厚度作不平衡的布置并

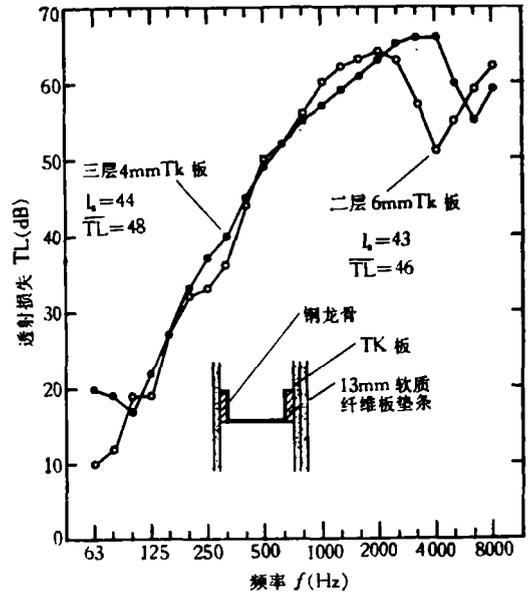


图7 三层4mmTK板隔墙和两层6mmTK板隔墙的隔声性能比较

非完全必要。图7的例子只是用来说明临界频率的影响而已。

### 参 考 文 献

- [1] 王季卿, 同济大学学报2(1981), 79.
- [2] M. Heckl. *Acustica* 9 (1959), 371.
- [3] 石膏板轻质隔墙隔声试验报告. 四机部第十设计院, 1979年10月.
- [4] B. H. Sharp, *Noise Control Engineering*, 11 No. 2 (1978), 53.
- [5] 顾植国、王季卿, 声学学报, 8(1983), 1.

(上接第27页)

四通路立体声效果(环境声或环绕立体声),可以用各种扬声器布置方案来获得。目前四通路立体声扬声器的布置还没有严格的规则,收听四通路立体声的方法也不是唯一的。听众应该对不同布置方式做一下试验以选择。图6给出几种可采用的四通路立体声扬声器布置方案。在图6中,方案(a)是标准布置方法,能产生较佳的四通路立体声效果。听众位于完全对称布置的中间位置,可以获得良好的环境声和环绕立体声效果。如果房间内不允许采用方案(a),则可采用其它方案。例如方案(b)的环境声稍差一些,但可提供空间感觉强烈的环绕立

体声。

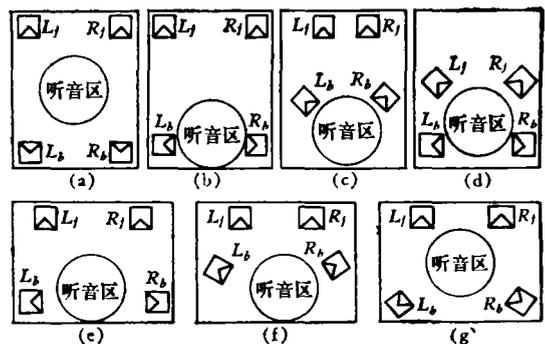


图6 四通路立体声扬声器的位置和方向

(高保真立体声全文完)