

项目

1

电声基础

任务1 声学基础

任务描述：理解音色、音量、音调以及声压、声强等术语的物理含义；

了解人耳的听觉特性、听觉立体感、双声道立体声和环绕声。

任务分析：对于专业音响工作者来说，掌握一些声学基础和生理声学方面的知识非常重要。本任务主要对声音的基础知识和生理声学知识进行学习，其中声音的基础知识是重点内容，要求能理解掌握。

活动 1 声音的基础知识

1. 声音的产生与传播

声音是一种波动现象，能够发出声音的物体称为声源。声音产生于物体的振动，当一个声源（如机械振动源）振动时，振动体使周围相邻媒质产生振动，这种振动在媒质中不断传播就产生了声波，所以声波是一疏一密地振动传播的波，如图 1-1 所示。

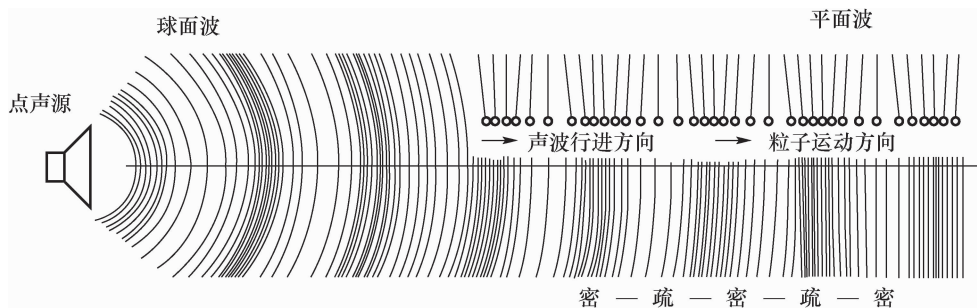


图 1-1 声波的传播

声源发声后,还要经过一定的媒质才能向外传播。一般来说,凡是具有弹性的物质,如气体、液体和固体等,都能传播声波。真空中没有弹性物质,所以它不能传播声波。声波在不同的媒质中的传播速度是不同的,在同样温度下,声波在空气中的传播速度小于在液体和固体中的传播速度。

声波以一定的速度向四面八方传播,当声波传到入耳中时,会引起人耳鼓膜发生相应的振动,这种振动通过听觉神经使人产生声音的感觉。由此可见,听到声音,要有以下 3 个基本条件:

(1)存在发声体或声源。

(2)要有传播声波的弹性媒质,如气体、液体及固体等,真空中没有弹性媒质,所以真空不能传播声波。

(3)要通过人耳才能产生声音的感觉。

振动和波动是相互密切联系的动力形式,振动是波动的产生根源,而波动是振动的传播过程。声音的本质是一种波动,因此声音也叫声波。为了清楚起见,通常把发声的物理过程称为声波,而把与听觉有关的过程称为声音。

2. 声波的频率、波长、声速和相位

对于声音的描述有主观和客观两种方法。主观描述是指人耳的感受,而客观描述则是定量的描述方式。常用的客观描述物理量有声压、声压级、频率、波长、声速和相位等,这里先介绍声波的频率、波长、声速和相位。

声波引起的声音感觉不仅取决于声压的大小,而且与声音的频率高低有关。频率即每秒钟内往复振动的次数(一来一往为一次,学名一周),声波的频率也是声音的频率。频率用 f 表示,其单位为赫(Hz),每秒振动一周为 1Hz。人耳可以听到的声音在 20~20 000Hz 的范围内。低于 20Hz 的声波称为次声波,高于 20 000Hz 的声波称为超声波,人耳是不可能听见次声波和超声波的。在可听到的频率范围内,上限频率随着年龄的增长会明显下降,如 40 岁以上的人所能听到的上限频率一般不会超过 16 000Hz。频率的辅助单位为千赫(kHz)和兆赫(MHz),即

$$1\text{kHz}=1\ 000\text{Hz} \quad 1\text{MHz}=1\ 000\text{kHz}=1\ 000\ 000\text{Hz}$$

波长是指声源每振动一周声波所传播的距离。如果声波是在水面传播,我们会看到许多波峰(水面涌起的地方),相邻的两个波峰之间的距离就是波长(即一个周期的长度)。波长用 λ 表示,其单位为米(m)。

声波在媒质中每秒钟传播的距离叫做声波传播速度,简称声速,记作 c ,单位为米/秒(m/s)。声速不是质点振动的速度,而是振动状态的传播速度,它的大小与振动的特性无关,而与媒质的弹性、密度和温度有关。波长、频率和声速之间有确定的关系,即

$$\lambda=c/f \tag{1-1}$$

相位可简称为“相”。一般地说,相位是用来描述简谐振动(正弦振动或余弦振动)在某一个瞬间的状态的。由于声波来源于振动,因而也有相位问题,相位用相位角来表示。作为相位的例子,在图 1-2 中标示了某一个波上的 4 个状态点:A、B、C、D。其中 A 点处

于由负向正过渡的状态,也是正弦波的起始点,称为 0° 相;B点处于向正半波峰发展的中间过程,称为 45° 相;C点处于正巅峰,称为 90° 相;D点处于负巅峰,称为负 90° 相。由图可见,在一个周波之内,任何一点的“相”都不相同,各对应于一个确定的相位角值;而在另一个周波内,各种相位将会重复出现。所以在声波传播的路径上,每隔一个波长的距离,其相位相同;而每经历半个波长则其相位相反(相位角的符号相反)。至于声波在其起始点的相位则与声源的相位相同。了解相位的概念,对理解声波的叠加、干涉以及扬声器的连接方法都有重要意义。

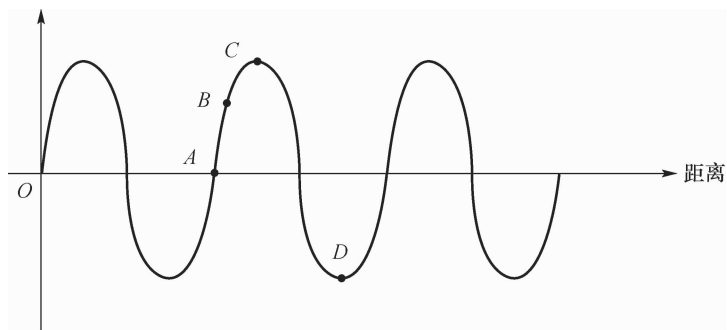


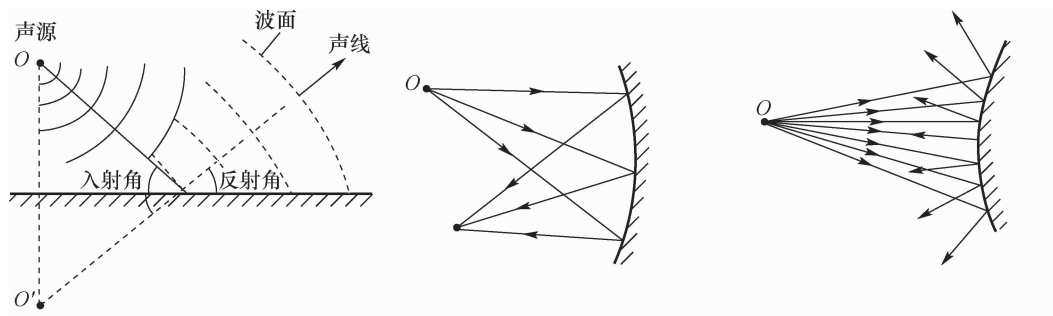
图 1-2 波的相位

3. 声波的基本传播特性

声波从声源出发,在同一介质中按一定方向传播,在某一时刻波动所达到的各点的包络面称为波阵面。波阵面为平面的波称为平面波,波阵面为球面的波称为球面波。由一点声源辐射的声波为球面波,但在离声源足够远的局部范围内,可以近似地把它看做平面波。人们常用“声线”来表示声波传播的方向,声线的方向与波阵面垂直。用声线的观点来研究声波的传播称为几何声学。与之对应,用波动的观点来研究声学问题称为物理声学。

(1) 声波的反射。当声波在传播过程中遇到一块尺寸比波长大得多的墙面或障碍物时,声波将被反射。若声波是球面波,则经反射后仍是球面波。如图 1-3(a)所示,用虚线表示反射波,它与从声源 O 的映像——虚声源 O' 发出相似, O 和 O' 点是对称于反射平面的对称点。同一时刻反射波与入射波的波阵面半径相等。如用声线表示前进的方向,反射声线可以被看做是从虚声源发出的。所以,利用声源与虚声源的对称关系,以几何声学作图法很容易确定反射波的方向。如同几何光学反射定律一样,声波反射的反射角等于入射角。

当反射面为曲面时,如图 1-3(b)、(c)所示,仍可利用声波反射定律求声波在曲面上的反射声线。例如,欲求曲面上某点的反射线,则以通过该点的曲面的切面作为反射平面,使其入射角等于反射角,即可确定反射声线。由图 1-3(c)可见,凸曲面对入射声波有明显的散射作用,它有助于声场的扩散均匀;而图 1-3(b)利用凹曲面反射的特点使声音会聚于某一区域或出现声焦点,从而造成声场分布的不均匀,这在室内音质设计时应注意防止。



(a) 反射波为球面波时声波的反射 (b) 反射面为凹曲面时声波的反射 (c) 反射面为凸曲面时声波的反射

图 1-3 声波的反射

(2)声波的绕射。当声波遇到墙面或其他障碍物时,会有一些声波绕过障碍物的边缘而继续向前传播,这种现象称为绕射。大家知道,如果在水池中插入一根木桩,木桩是挡不住水波的,如图 1-4(a)所示。但如果在水池中设置一块足够大的挡板,如图 1-4(b)所示,情况就大不相同了,这时我们看到挡板把水波挡住了。这是因为在水波传播的方向上,同波长相比,木桩的尺度很小,而挡板的尺度很大。我们可以在声场中做同样的实验。显然,一根木棍是挡不住声音的,足够大的墙壁才能挡住声音。由于声音是一种波,因而声音也会绕射。又由于一个声音通常包含很多频率不同(即波长不同)的分量,因此,对于某一个障碍物,声音中的低频分量可能会绕射过去,而高频分量却可能被反射回来。这意味着声音的音色在某些障碍物的前面和后面会发生变化。

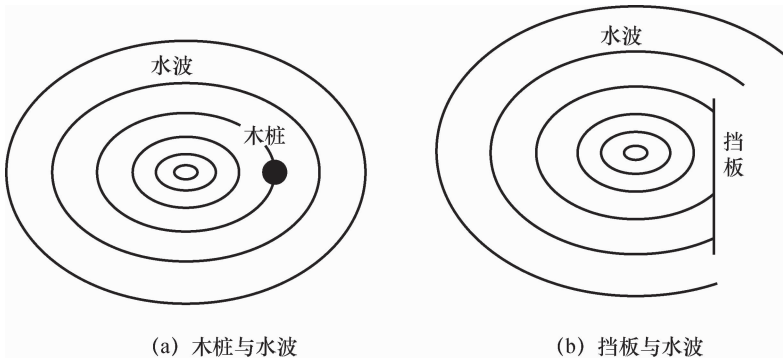


图 1-4 绕射的原理:水波在遇到不同障碍物时的传播

提醒

在配置音箱时要注意,小尺寸的障碍物对低音可能是无碍的,但对高音的妨碍则不能忽视。

(3)声波的折射。声波在传播途中遇到不同介质的分界面时,除了发生反射外,还会发生折射。声波发生折射后的传播方向将改变,如图 1-5 所示。

声波从声速大的媒质折射入声速小的媒质中时,声波的传播方向折向分界面的法线;反之,声波从声速小的媒质折射入声速大的媒质中时,声波的传播方向折离法线。因此,声波的折射是由声速决定的,即使在同一媒质中如果存在着速度梯度(声速变化),同样会产生折射。例如,大气中白天地面温度较高,因而声速较大,声速随离地面的高度增加而降低,因而声传播方向向上弯曲;反之,晚上地面温度较低,因而声速较小,声速随高度增加而增加,声传播方向就向下弯曲。这种现象可用来解释为什么声音在晚上要比白天传播得远些。

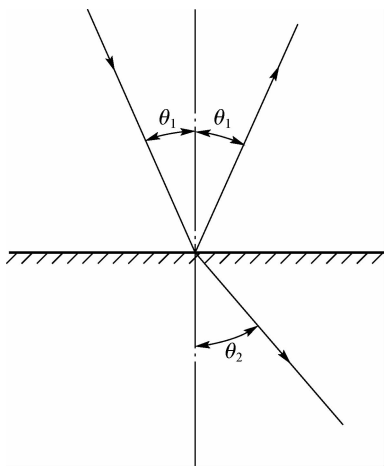


图 1-5 声波的折射



思考与分析

为什么从声源逆风传播的声音难以听到?

这是因为风速也会影响声波的传播方向,有风时的实际声速是平均声速与风速的矢量相加。因此,当声波顺风传播时声波的传播方向向下弯曲,逆风时声波的传播方向则向上弯曲并产生声阴区(静区),这就是从声源逆风传播的声音常常难以听到的原因。

4. 声音的三要素

听觉是人们对声音的主观反应。人们对声音通常用所谓的声音三要素来描述,这三要素就是声音的响度、音调和音色。由于声音三要素是人们的主观感觉,因而它不但与声音的振幅、频率和频谱等客观物理量有关,还与人耳的听觉特性及心理因素有关。

(1)响度。响度又称声强或音量,是指人耳对声音强弱的主观感受,其客观评价尺度是声波的振幅。响度的大小主要取决于声波的振幅大小。声音的响度一般用声压(10^{-5} N/m^2)或声强(W/m^2)来计量,声压的单位为帕(Pa),它与基准声压比值的对数值称为声压级,单位是分贝(dB)。对于响度的心理感受,一般用单位宋(sone)来度量,并定义 1kHz、40dB 的纯音的响度为 1sone。响度的相对量称为响度级,它表示的是某响度与基准响度比值的对数值,即当人耳感到某声音与 1kHz 单一频率的纯音同样响时,该声音声压级的分贝数即其响度级,单位为方(phon)。

提醒

由此可见,无论在客观还是在主观上,分贝(dB)和方(phon)这两个单位的概念是完全不同的,除 1kHz 纯音外,声压级的值一般不等于响度级的值,使用中要注意。

(2)音调。音调又称音高,是指人耳对声音的调子高低的主观感受,它的客观评价尺度是声波的频率。音调主要取决于声波的基波频率,频率高则音调高,反之则低,单位用赫(Hz)表示。主观感觉的音高单位是“美”,通常定义响度级为 40phon 的 1kHz 纯音的音高为 1 000 美。“赫”与“美”同样是表示音高的两个不同概念而又有联系的单位。

频率低的调子听起来低而沉,频率高的调子听起来高而尖。不过音调与频率不完全成正比关系,而是成对数关系,其还与声压和波形有关。一般来说,音调感觉是由于频率的相对变化而形成的。不论原来的频率是多少,相同的频率变化对人耳总是产生相同的音调变化感觉。如把频率增加一倍,从 100Hz 变为 200Hz,或从 1 000Hz 变为 2 000Hz,从音调上的听觉感受都是一样的。

人耳对音调的感觉还受声音振幅的影响。两个频率相同的纯音,如果声压级不同,听起来音调也会略有不同。这是由于当声压级较大时,耳膜受到较大刺激而变形,从而影响到神经系统对音调的感受。对于不同的频段,人耳对音调的辨别能力不同,其中对中频段灵敏度最高,对高、低频段灵敏度则较差。对于 1kHz 左右的声音,一般人可以分辨出 2~3kHz 的变化,而对于经过专业训练的钢琴调音师来说,则可以分辨出 1Hz 左右的变化。

(3)音色。音色又称音品,是发音体所特有的,是指人耳对声音特色的主观感受。音色主要取决于声音的频谱结构,由声音波形的谐波频谱和包络决定。声音波形的基频所产生的听得最清楚的音称为基音,各次谐波的微小振动所产生的声音称为泛音。单一频率的音称为纯音,具有谐波的音称为复音。每个基音都有固有的频率和不同响度的泛音,以此就可以区别于其他具有相同响度和音调的声音。声音波形各次谐波的比例和随时间的衰减大小决定了各种声源的音色特征,其包络是每个周期波峰间的连线,包络的陡缓影响声音强度的瞬态特性。声音的音色色彩纷呈,变化万千。高保真(Hi-Fi)音响的目标就是要尽可能准确地传输、还原、重建原始声场的一切特征,使人们真实地感受到诸如声源定位感、空间包围感和层次厚度感等各种临场听感的立体环绕声效果。

5. 声压、声强

在媒质中传播的声波,所到之处会引起媒质局部压强发生微小的变化,尽管这种变化非常微小,但仍可用仪器测量出来。这种由声扰动引起的逾量压强叫做“声压”。声压的符号为 p ,标准单位为帕(Pa),声压的另一个单位为微巴(μbar),其关系为

$$1\text{Pa}=10\mu\text{bar}$$

声压可作为声音强弱的一种度量。仅可听闻的 1kHz 的声音,其声压约为 $2\times 10^{-5}\text{Pa}$,这个声压值叫做“闻阈”值,又称为声压阈常数。另一方面,震耳欲痛的声音,其声压约为 20Pa,这个声压值叫做“痛阈”值。声强也是衡量声波在传播过程中声音强弱的物理量。声场中某点的声强,是指在单位时间内(每秒钟)声波通过垂直于声波传播方向单位面积的声

能量,记作 I ,单位为瓦每平方米(W/m^2)。若声能 W 通过的面积为 S ,则

$$I = \frac{W}{S} \quad (1-2)$$

活动 2 生理声学知识

1. 人耳听觉的基本特性

(1)人耳听觉范围。可闻声、闻阈和痛阈决定了人耳的听觉范围。

①可闻声。可闻声是指正常人可以听到的声音,其频率范围为 $20\text{Hz} \sim 20\text{kHz}$,称为音频。

②闻阈。可闻声必须达到一定的强度才能被听到,正常人能听到的声音声压级范围为 $0 \sim 140\text{dB}$ 。使声音听得见的最低声压级称为听觉阈值,它和声音的频率有关。在良好的听音环境中,听力正常的青年人,在 $800 \sim 5\,000\text{Hz}$ 频率范围内的听阈十分接近于零分贝(对应的声波的声压值为 $0.000\,12\text{Pa}$)。

③痛阈。使耳朵感到疼痛的声压级称为痛阈,它与声音的频率关系不大。通常声压级达到 120dB 时,人耳感到不舒适;声压级大于 140dB 时,人耳感到疼痛;声压级超过 150dB 时,人耳会发生急性损伤。

(2)听觉等响特性。人耳听觉有一种特征,即对高响度的声音信号,感觉其响度与频率的关系不大,相同振幅的不同频率声音的响度却感觉都差不多;但对于低响度的声音信号,其感觉就有很明显的差别。听觉等响特性是反映人们对不同频率的纯音的响度感觉的基本特性,通常用等响曲线来表示,如图 1-6 所示为等响曲线图。

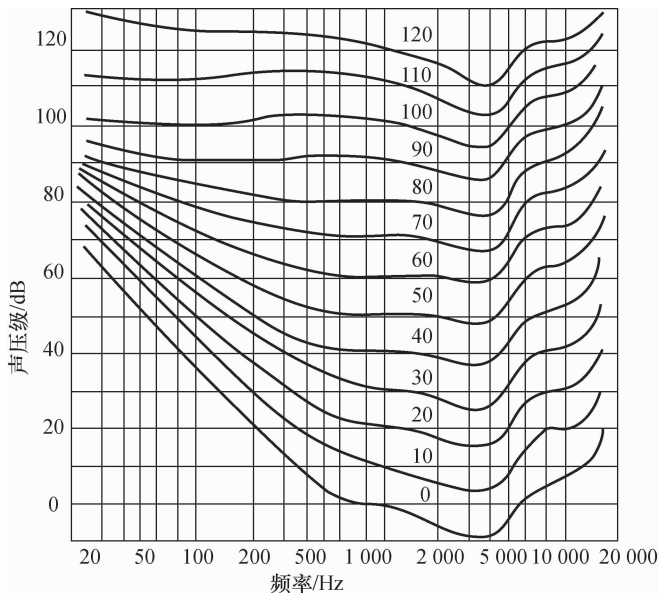


图 1-6 等响曲线图

①人耳对 1~3kHz 频率范围内的声音响度感觉最灵敏,而对低频和 高频声音的灵敏度都要降低。特别是对低频声音反应迟钝,听起来其随着频率的增高(或降低)而减弱,且声音的响度越小,这种现象就越明显。当声音频率增高到 20kHz 以上或降低到 20Hz 以下时,人耳就听不到了。另外,人耳对高频段声音的听觉灵敏度还与人的年龄有关,一般来说,儿童可听到最高 20kHz 左右的声音,中年人可听到最高 16~18kHz 的声音,而老年人可听到的声音最高频率一般为 12~13kHz。

②声压级越高,等响曲线越趋于平坦,声压级不同,等响曲线有较大差异,特别是在低频段。当声压级为 40dB 时,已经不能听到频率在 60Hz 以下的声音了,因为这个声音点已经落到人耳刚能听到的零方响度曲线以外。如果声压级保持在 100dB,那么对应于 1 000Hz 和 100Hz 的声音,几乎听不出其响度的变化,因为它们都处在同一等响度曲线。

③等响度曲线在高保真放声技术中有很大的作用。当重放音乐节目时,如果把声音的响度控制在 80sone 左右,这时会感觉到声音的高、低都很丰满;如果把响度减小,特别是在低声压级的情况下,即使节目中包含有丰富的高、低音成分,也会感到高、低音都减少了,整个频带变窄了,低音几乎听不出来。这种情况并不是因为放音设备出了故障,而是人耳听觉所造成的。为了防止低响度时高、低频下跌的情况产生,在放大器中常加入等响度控制电路,在控制音量变小的同时,按等响度曲线的关系提升高、低频,以补偿人耳的听觉特性,这对于在低响度听音乐时是十分必要的。所以,在放音时,特别是小音量放音时,就需要等响控制电路来补偿。

(3)听觉阈值特性。听觉阈值特性就是指人耳对不同频率的声音具有不同的听觉灵敏度的特性。通常情况下,正常人能听到的声音声压级范围为 0~140dB。人耳在 800Hz~5kHz 频率范围内的听阈十分接近于 0dB,而对 100Hz 以下的信号或 18kHz 以上的信号的听觉灵敏度却大大降低。

2. 立体声基本知识

(1)立体声基本概念。立体声是指具有方位感、层次感和临场感等空间分布特性的声音。用立体声音响技术来传播和再现声音,不仅能反映出声音的空间分布感,而且能够提高声音的层次感、清晰度和透明度,明显地改善重放声音的质量,大大地增强临场效果。

(2)立体声的成分。立体声的成分可以分为直达声、反射声和混响声三类,如图 1-7 所示。

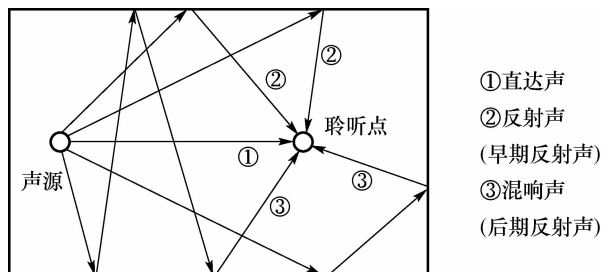


图 1-7 立体声的成分

①直达声。它们从舞台上直接传播到听众的左、右耳。直达声能帮助人们确定声源方位。

②反射声。从音乐厅内的表面上经过一次反射后,到达听众耳际的声音约比直达声到达耳际晚十几到几十毫秒。反射声给人空间感,可以感觉到音乐厅的空间大小。

③混响声。是指声音在厅堂内经过各个边界面和障碍物多次无规则的反射后,形成漫无方向、弥漫整个空间的袅袅余音。混响给人包围感,使人可以感受到声音在三维空间环绕。

反射声和混响声共同作用,综合形成现场环境音响气氛,即产生所谓临场感。优良的立体声应能再现这些要素。

(3)立体声的特点。

①具有明显的方位感和分布感。

②具有较高的清晰度。

③具有较小的背景噪声。

④具有较好的空间感、包围感和临场感。

(4)双声道立体声。为了使重放声具有立体感,原则上应设法制造两耳听音的差别。最好是把双耳听觉的种种差别复制出来,但这几乎是不可能的。

实践证明,为了在重放声中模拟两耳听音的差别,至少需要两个声道:一个左声道 L 和一个右声道 R 。这种具有两个声道的立体声系统就叫做“双声道立体声”系统。图 1-8 所示为双声道立体声录音的一种模型。在原发声场中安置一个假人头,在其两侧设置了 A 、 B 两只拾音话筒,用来模拟人的两耳。由 A 拾取的信号称为左声道信号 L ,由 B 拾取的信号称为右声道信号 R 。 L 和 R 显然是不同的,具有接近于两耳听音的许多差别。重放的时候,用头戴耳机,把 L 信号送入左耳,把 R 信号送入右耳。这样,就能够在很大程度上恢复原发声的立体感。由于听音者可能不止一个,头戴耳机也不舒适,变通的办法是用两只扬声器配置于听音者前方,分别播放 L 、 R 信号,如图 1-9 所示。但这时不能完全保证 L 信号只入左耳, R 信号只入右耳,重放声的立体感会较为逊色,但还是可行的。

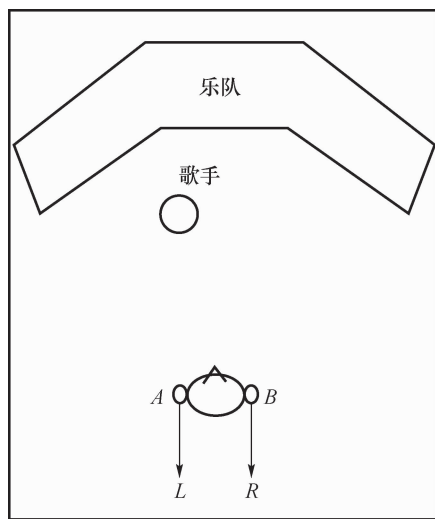


图 1-8 假人头拾音(一)

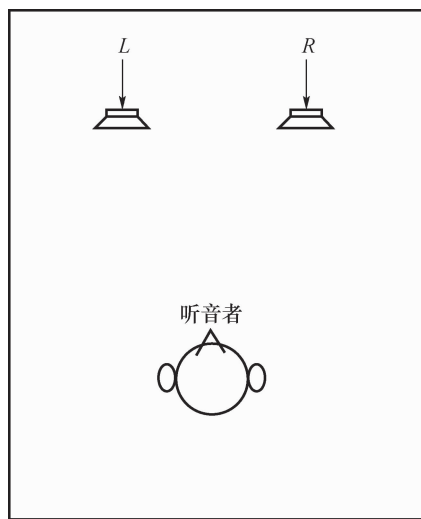


图 1-9 假人头拾音(二)

由假人头拾音得到的 L 、 R 信号虽然很接近于自然,但由于 L 、 R 两个信号差异的模式太多(既有声级差又有时间差、相位差等),在记录、传输和放大等过程中不容易进行无畸变的统一处理,所以现行的双声道立体声系统多采用另一种模型,其拾音方法如图 1-10 所示。图中使用了一只 M 话筒和一只 S 话筒,故称为 M - S 拾音。 M 、 S 两只话筒配置在同一个空间点上,但它们具有不同的指向特性。 S 话筒具有 ∞ 字形的指向特性,它对正前方和正后方来的声音都没有响应,只拾取左、右两侧来的声音;而且,当声音从左侧传来时输出正信号,当声音从右侧传来时输出负信号。所以 S 信号相当于左右两侧的声级差,即

$$S=L-R \tag{1-3}$$

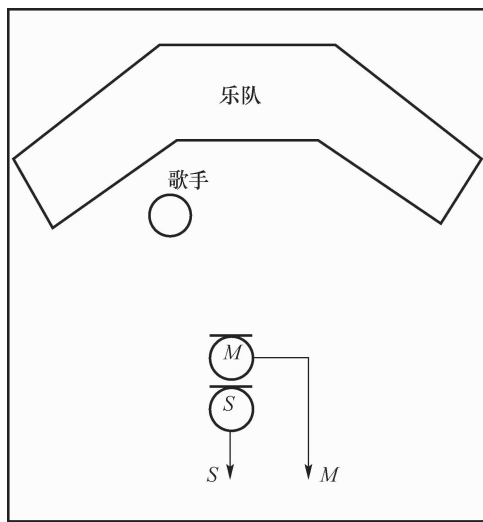


图 1-10 M - S 拾音

M 话筒具有圆形的指向特性,它对各个方向传来的声音一视同仁,用来拾取声场在该点所形成的总体信息。所以 M 信号反映了左方和右方所有信号的总和,即

$$M=L+R \tag{1-4}$$

由式(1-3)和式(1-4)联立求解,很容易求得声道信号。

L 和 R 两个声道信号为

$$\left. \begin{aligned} R &= 0.5(M-S) \\ L &= 0.5(M+S) \end{aligned} \right\} \tag{1-5}$$

式(1-5)表明,只需对 M 、 S 求“和”即可得到 L 信号;而对 M 、 S 求“差”即可得到 R 信号。系数“0.5”仅表示声级的大小,其取值只要相同,则大一点或小一点都不会影响问题的实质。

由 M 、 S 求解 L 、 R 的过程称为“解码”;反过来, M 、 S 被称为是对 L 、 R 的“编码”。图 1-11 所示为由 M 、 S 求解 L 、 R 的电路模型,也就是对 M - S 解码的电路模型。这个电路不难

理解,把 M 、 S 两个信号变压器的次级绕组顺向串联起来,显然可得到它们的“和”(即 L 信号),而反向串联起来便可得到它们的“差”(即 R 信号)。 M - S 信号经解码之后即可重放,这时仍然按图 1-9 所示的方法配置,分别把 L 、 R 两个信号从左、右两路扬声器放出来。由于 M 、 S 两个话筒在空间上处于同一个位置,所以 M 信号和 S 信号中原则上不存在声级差以外的差别,是一种纯声级差型的系统。尽管其所包含的方位信息不如假人头模型丰富,但由于其差别模式单一,信号处理十分方便。值得指出, M 信号和 S 信号的物理含义是十分明确的。 M 是单声信息,在不考虑声源方位时,我们就是这样拾音的;而 S 是方位信息,它反映出左、右两个声道的声级差别。在单声系统中重放时,只需放送 M 信号。而在立体声系统中,适当调节 S 信号,就能修正或调节“声像”(在重放声场中声音的虚像)的方位;额外地加重 S 信号,还能补偿由于种种原因造成的方位信息不足,操作十分方便。基于以上原因,现行的双声道立体声系统,几乎都是声级差型的系统。

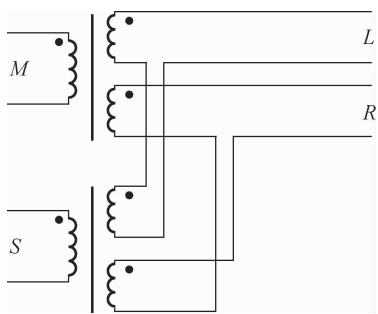


图 1-11 对 M - S 解码的电路模型

提醒

在图 1-9 所示的系统中,由左、右两路扬声器播放的信号必须是既有差别又有联系的 L 、 R 信号,才能成为双声道立体声系统,如果播放的是同一个信号,则不论有多少路扬声器,都仍然是单声系统。此外,所谓一路扬声器,可以是一个扬声器、一个音箱或由多个音箱组成的“扬声器群组”,但不论有多少扬声器(音箱),只要播放的是 L 、 R 两个信号,则仍属双声道(而不是多声道)系统。



思考与分析

在双声道立体声重放声场中,是否存在“最佳听音位置”?

在双声道立体声重放声场中,的确存在一个“最佳听音位置”,该位置大约在与 L 、 R 扬声器组成的正三角形的顶点(参考图 1-9)。只有该位置才能感受到“无畸变”的声像重现,即在听音者的前方(仅仅是前方),声像能按原发声场的方位展开。实际上,在不严格的条件下,最佳听音位置的附近区域都可以认为是无畸变的听音区。不过可以肯定,重放声场的其他区域是不会有满意的立体声效果的。

(5) 环绕声。

① 环绕声的概念。环绕声又称环绕立体声,是一种能使重放的声场具有回旋的、缭绕的和空间的环绕感觉,使聆听者犹如置身于真实的实际声场中的多声道立体声系统。

② 环绕立体声与双声道立体声相比,不同之处在于它除了具有前方的左、右主声道外,还增加了后方的环绕声道,因而大大增强了声像的纵深感和临场感。

③ 通常所指的环绕声,就是指声场中位于聆听者后方的声场,这个后方声场主要由混响声构成,其特点是无固定方向、均匀地向各个方向传播。



知识拓展

环绕立体声系统的类型

目前环绕立体声系统主要有以下 4 种。

1. 简易的环绕声系统

如图 1-12 所示,在双声道立体声的基础上,增加两个后置环绕声声道 S,用 L、R 信号经过延时,衍生出后置声道信号 S,即可在一定程度上烘托出临场气氛。这便是所谓“双声道的四声道重放”。上述后置声道信号 S 也可以用 L、R 信号经过移相衍生。显然,不论通过延时还是移相,后置声道信号 S 都是假的,所以被称为假环绕声。

2. 杜比定向逻辑环绕声(Dolby Pro Logic)

这是由杜比公司开发的一种系统。该系统用左前(Left)、右前(Right)、中央(Center)、环绕(Surrounding)4 个声道拾音,得到 L、R、C、S 4 个信号,然后经过编码,综合成 L_T 、 R_T 两个信号记录在媒体(电影拷贝、磁带和光盘)上。重放时,由专用的“杜比解码器”解码还原出 L、R、C、S 4 个信号,送入 5 个声道重放,如图 1-13 所示。在该图中,L、R 两个声道是整个系统的主干,其作用与普通双声道系统相同。为了保证重放声场的质量,杜比系统要求该两声道的频响范围应不窄于 20Hz~16kHz(接近全频域)。中央(C)声道有 3 种可供选择的模式:“普通”(Normal)、“幻像”(Phantom)和“展宽”(Wide)。如图 1-13 所示是按普通和展宽模式配置的。普通、展宽两种模式的差别存在于解码的过程中,其中普通模式的频带较窄(120Hz~7kHz),适用于家庭影院;而展宽模式的频带较宽(120Hz~16kHz),因而质量也更高,适用于电影院。如果选用幻像模式,则无须设置中央(C)扬声器,解码器会把 C 信号分配到 L、R 两个声道中,这时 L、R 声道除了担负原来的任务以外,还负责幻生出一个中央虚声源。两个后置的声道常被称为环绕声道,都用 S 信号重放;也可以一个用 S 信号,另一个用反相的 S 信号。S 声道信号是经过延时的,其延迟时间在 15~30ms 之间。为节约起见,两个 S 声道的频带较窄(200Hz~7kHz),音箱的档次可以比另 3 个声道低一些。事实上,在电影院中,环绕声音箱不止两个,而是环绕观众席均布着若干个,费用是较大的。此外,有的杜比解码系统还从 L、R、C 中分离出低音分量,以便驱动

超低音(超重的低音)扬声器。

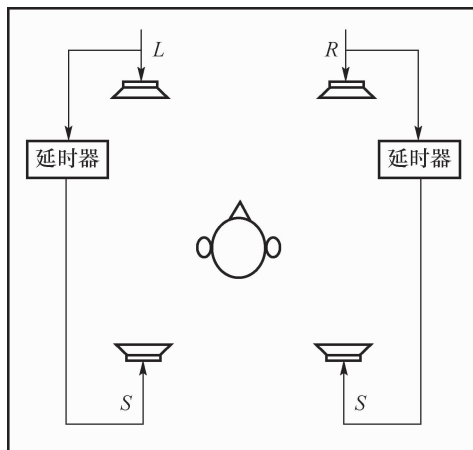


图 1-12 简易环绕声系统

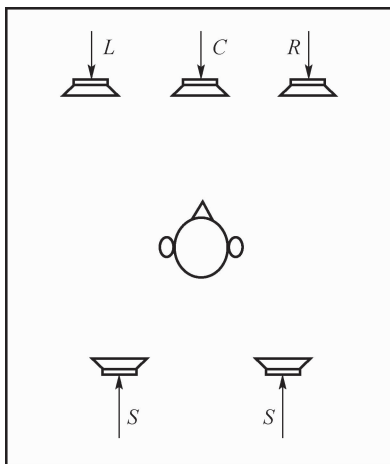


图 1-13 杜比定向逻辑环绕声

3. 杜比 AC—3 环绕声

这是杜比公司开发的另一种环绕声系统,主要用于 DVD 盘片和高清晰度电视中。其特点是信号经过数字压缩编码,以便既节约媒体的存储空间,又保证有极高的音质。AC—3 环绕声重放必须有相应的“解压”(解压缩)设备。

杜比 AC—3 有 5.1 个声道,即包括左前、右前、中央、左后、右后 5 个声道,外加 1 个超低音声道(即 5.1 中的那个 0.1 声道)。其配置同图 1-13 相类似,只是须添加超低音声道,而且 S 分为 $S_{右}$ 、 $S_{左}$ 两个独立的环绕声道。由于超低音音箱通常没有方向性,理论上超低音音箱可放置于重放声场的任何地方,而一般习惯是放在前方。在 AC—3 系统中,除了超低音声道之外,包括后声道在内的 5 个声道都应是全频域(20Hz~20kHz)的声道。

4. 双声道环绕声

从经典理论出发,所有环绕声系统都必须有后置的或旁置的声道。结果重放声道越来越多,十分烦琐,而且制式也越来越多,相应的处理设备开销不可避免地变得日益昂贵。这种情况使一些人怀疑多声道的必要性。接着出现了一种双声道的环绕声系统,即只用两只音箱来产生环绕声的系统。其中一种双声道环绕声采用“空间均衡器三维技术”(SPatializer 3D),用两只音箱营造出水平 270° 、垂直 60° 的环绕声场。另一种双声道环绕声称为“声音恢复系统”(SRS),也能产生类似效果,主要是根据耳壳的效应进行模拟。但这些系统目前还未能得到大多数人的认同。