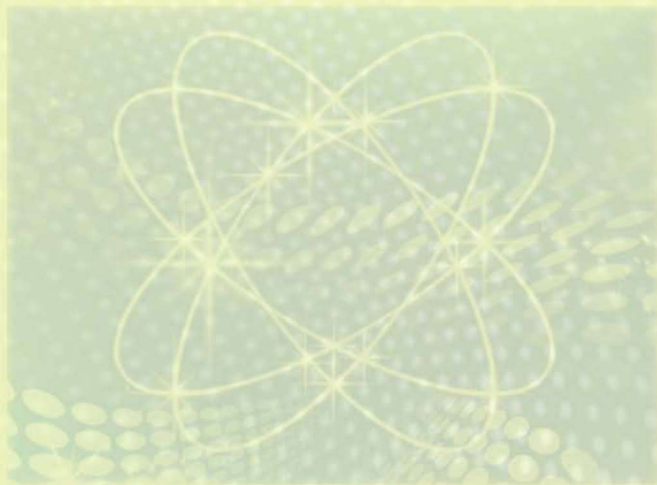


电子整机维护技术

音响技术

王明华 叶秋香 主编



江西高校出版社

电子技术应用专业教材

DIANZI ZHENGJI WEIXIU JISHU YINXIANG JISHU

电子整机维修技术 —— 音响技术

主 编 王明华 叶秋香
副主编 谢声权 张小明
编 委 邹隆观 杨品前 王学军

字
书
章



江西高校出版社

JIANGXI UNIVERSITIES AND COLLEGES PRESS

图书在版编目(CIP)数据

电子整机维护技术: 音响技术/王明华, 叶秋香主编.
—南昌: 江西高校出版社, 2014. 9

电子技术应用专业教材

ISBN 978-7-5493-2801-7

I. ①电... II. ①王... ②叶... III. ①音频设备-维修
-中等专业学校-教材 IV. ①TN912.207

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 216358 号

出版发行	江西高校出版社
社 址	江西省南昌市洪都北大道 96 号
邮 政 编 码	330046
总编室电话	(0791) 88504319
销 售 电 话	(0791) 88500223
网 址	www.juacp.com
印 刷	南昌市光华印刷有限责任公司
照 排	江西太元科技有限公司照排部
经 销	各地新华书店
开 本	787mm×1092mm 1/16
印 张	7
字 数	137 千字
版 次	2014 年 9 月第 1 版第 1 次印刷
书 号	ISBN 978-7-5493-2801-7
定 价	14.00 元

赣版权登字-07-2014-508

版权所有 侵权必究

序

近年来,我校积极开展校本教材的研究和开发。开发校本教材既是我校创建国家中职改革发展示范校的任务所在,更是当前职业教育发展的必然趋势和要求。

为了保证校本教材的编写质量,学校由校长、分管副校长组成的领导小组和编写委员会,并组成各学科教材编写小组。领导小组主要负责校本教材开发和实施的领导工作,并明确责任到具体编写小组;编写小组则采取分工合作的方式,制订详细的教材编写方案,并做好需求分析和资源分析、参考教材的选定及校本教材的编写等工作。

为了让教材更加贴近学校教学金额行业的需求,教材编写委员会广泛征求企业家、高校专家的意见建议,并结合本地的产业实际来编写该系列校本教材的编写。

本系列校本教材涉及四个专业,共十一本。分别是:《服装工艺与制作》《服装设计基础》《服装 CAD》《电子整机维修技术——音响技术》《PLC 技术》《电子工艺技术基础》《小家电原理使用与维修》《AutoCAD 基础教程》《数控车削编程与加工技术》《会计基础模拟实训》《会计综合模拟实训》。

虽然我们精心编选,但是该系列校本教材难免存在缺点和不足。实践是检验真理的唯一标准,在具体教学实践中,我们会不断完善和修改,并期待领导、专家及同行提出宝贵意见,更希望本校教师创造性地使用,使本系列教材更加充实和完善,以推进学校人才培养模式和课程体系改革。

赣州市南康区职业中等专业学校
校本教材编写委员会

2014年7月

目 录

第一章 音响技术基础知识	1
第一节 声音与听觉	1
第二节 房间的声学特性	6
第三节 立体声	9
第二章 磁带录放音技术	18
第一节 磁带录音机的组成及性能指标	18
第二节 电磁记录的基本原理	19
第三节 录音原理与抹音原理	20
第四节 录放音中的各种损耗与补偿	22
第五节 录音机的电路分析	24
第六节 立体声录音机综合故障分析与检修	28
第三章 影碟机原理与维修	33
第一节 影碟机基础	33
第二节 激光头	42
第三节 机心	46
第四节 影碟机电路	51
第五节 DVD 影碟机常见故障分析与检修	58
第四章 音频放大器	62
第一节 音频放大器基础	62
第二节 双声道立体声音频功率放大器的故障检修	72

第五章 电声转换设备	77
第一节 话筒	77
第二节 扬声系统	82
第六章 调音技术	93
第一节 调音台的作用、种类和特点	93
第二节 调音台的工作原理	94
第三节 调音技巧	99
第四节 调音台的主要技术指标	101

第一章 音响技术基础知识

音响技术是研究声音信号的转换、传送、记录和重放的专门技术。音响技术的发展,从爱迪生 1877 年发明筒形留声机以来,至今已有 100 多年的历史了。这期间,记录存储各种声音的音响载体(又称音响软件),从粗纹唱片、密纹唱片发展到激光唱片,从钢丝录音、钢带录音、开盘磁带发展到盒式磁带;传输与播放这些音响载体的音响设备(又称音响硬件),从收音机、扩音机、电唱机、录音机等单机形式发展到今天的由若干音视频设备组成的家庭影院;录制、传输和重现声音的放声通道,从单声道发展立体声的双声道、四声道及八声道;控制音响设备的工作方法,从机械控制、电子控制发展到红外线遥控甚至电脑控制;声音录制与音频处理,从模拟方式发展为数字方式;录放的信息,从单纯的音频信号发展到声像并茂。音响设备的功能越来越多,性能越来越好,可靠性越来越高,音响技术的发展真可谓日新月异,但音响技术的发展仍是以“声音”这一基本的物理概念为基础的,故本章将简要介绍声音的基本知识。

第一节 声音与听觉

一、声音

声音是由物体的机械振动通过空气的传播(本书不讨论声音在其他媒质中的传播)引起人耳膜的振动而获得的听觉感受。用鼓槌敲击鼓皮,鼓皮发生振动而发声;用弓拉琴,琴弦发生振动而发声;吹笛,笛腔内的空气柱发生振动而发声;把音频电流送入扬声器,扬声器的纸盒发生振动而发声。

1. 声源和声波

发出声音的振动源称为声源。振动的鼓皮、琴弦、扬声器、人的声带等都是声源。由声源发出的声音,必须通过媒质(空气、金属、水、木材等)才能传送到人们的耳朵。空气是最常见的声源传播媒质。

那么,声音在媒质中是怎样传播的呢?

原来,当声源振动时,它将带动邻近媒质的质点发生振动,而这些质点又会牵动自己周围的质点,于是声源的振动就被扩散开并传播出去。

2. 声速、频率和波长

声音在媒质中的传播速度称为声速,用 c 表示,其单位为米/秒(m/s)。声音的传播需要时间,例如闪电过后一段时间我们才听到雷声,这说明雷声从雷击的地方传来需要时间,而且这个时间比电光传来的时间要长得多,即光在空气中的传播速度比声音在空气中的传播速度快得多。实验证明,声速主要是由媒质(以及影响媒质的因素)决定的,与声音的其他参数(如频率、强度等)无关。经实验测定,空气中的声速约为 340m/s。声波每秒钟内往复振动的次数(一来一往为一次,也称一周)称为频率。声波振动的频率也就是声音的频率,用 f 表示;其单位为周/秒,也称赫(Hz)。辅助单位有千赫(kHz)和兆赫(MHz):

$$1\text{kHz} = 1000\text{Hz}$$

$$1\text{MHz} = 1000\text{kHz} = 1000000\text{Hz}$$

声波往复振动一周所需的时间,称为周期,用 T 表示。频率是周期的倒数:

$$f = \frac{1}{T}$$

经过一个周期的时间,声波在媒质中传播的距离称为波长。如果声波在水面传播,我们会看到许多波峰(水面涌起的地方),相邻的 2 个波峰之间的距离就是波长。波长用 λ 表示,其单位为米(m)。

波长、频率、声速之间有确定的关系:

$$\lambda = \frac{c}{f} = Tc$$

由上式可见,频率越高则波长越短,即波长同频率成反比。这是一个很重要的概念,以后讨论声音的反射、绕射等问题时将用到这个概念。从上面的讨论可知,产生声音必须具备两个条件:第一,要有振动的物体(声源);第二,要有传播声波的媒质。还需要说明的是:并非所有的振动都会变成人耳的可闻声,只有振动频率在 20Hz~20kHz 范围的媒质振动才能被人耳听到,通常把这个频率范围内的声音称为音频声,简称音频。低于 20Hz 的声波叫次声波;高于 20kHz 的声波叫超声波。次声波和超声波人耳是听不见的。

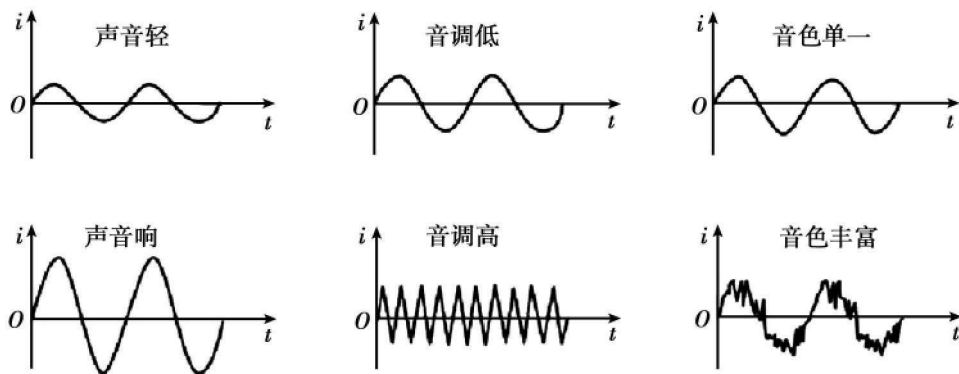
3. 声音的三要素

声音的响度(音量)、音调和音色称为声音的三要素。在日常生活中,习惯用声音的大小、音调的高低和不同的音色来区分各种声音。这不仅与声波的强度、频率和波形有关,还与听者的心理和生理因素有关,即与听者的听觉有关。

(1) 响度。响度又可以成为音量,是指人耳对声音强弱的主观感受,其大小主要取决于声波的振幅大小。

(2) 音调。音调又可称为音高,是指人耳对声音的调子高低的主观感受。音调的高低主要取决于声波的频率,频率越高,音调越尖刺;频

率越低,音调越低沉,如图 1-1(b) 所示。在广播系统中,20~150Hz 称为低音,150Hz~1kHz 称为中低音,1~5kHz 称为中高音,5~20kHz 称为高音。



(a) 音量大小——振幅大小 (b) 音调高低——频率高低 (c) 音色不同——波形各异

图 1-1 声音的要素和与之对应的波形

(3) 音色。音色是指人耳对声音特色的主观感受,它主要取决于声音的频谱结构,如图 1-1(c) 所示。每一个人、每一种器发出的声音都有自己的特色。例如,钢琴声雄浑,短笛声激越。虽然声音是物体振动产生的,但不同的声音其振动的构成是不相同的。绝大多数声音都不是由简单的振动构成,而是由一系列频率和振幅都不相同的简单振动复合而成。如把声振动按其简单频率构成分解开来,便形成这个声音的频谱。在频谱中,把最低振动频率称为基本振动频率,除此之外,还有许多附加频率的振动,它们都是基本振动频率的整数倍,称之为谱频,在音乐词汇中称为泛音。这些频谱的组成比例的差异,就形成不同的音色。

4. 声压、声压级

当声波不存在时,空气层处于平衡状态,各个位置的气压相等;当声波出现时,由于声波的作用,使得声波所在的媒质各部分产生压缩与膨胀的周期性变化,在空气密集处压强增大,稀薄处压强减小。这种由声波引起的压强变化称为声压,用 p 表示,其单位为帕(Pa)。

声压的大小反映了声波振动的强弱,同时也决定了声音的大小。仅可闻的 1kHz 的声音,其声压约为 2×10^{-5} Pa,这个声压值称为“闻阈”值。另一方面,震耳欲聋的声音,其声压值约为 2×10 Pa,这个声压值称为“痛阈”值。

人耳能听到声音的声压范围极其宽广,所能听到的最低声压到感觉耳痛的最高声压之间(闻阈值与痛阈值之间)相差 100 万倍。在这样的范围内,用声压的绝对大小来衡量声音的强弱则很不方便,且人耳对声音强弱的感觉并不直接同声压成正比。例如,当声压增加至 2 倍时,我们只觉得声音加强了 0.3 倍;当声压分别增至 10、100、1000 倍时,我们的感觉是声音增强了 1、2、3 倍。这种关系恰好同数学中的常用对数关系相符。

为了能比较准确地反映声压对人耳的实际效果,也为了方便计算,人们引用声压的相对大小来表示声压的强弱,这就是声压级。

声压级是实际声压 p 和基准声压 p_0 的比值,取常用对数乘以 20,即:

$$\text{声压级}(L_p) = 20 \lg \frac{p}{p_0}, \text{单位分贝(dB)}$$

式中 p_0 ——基准声压,其值为 $2 \times 10^{-5} \text{Pa}$,即人耳的闻阈值。

表 1-1 列举声压级的几个典型例子以供参考。

表 1-1 几种典型声源所发出声音的声压级

声压/ μPa	声压级/dB	感受程度	典型声源
2000	140	不能忍受疼痛感	飞机发动机(5m),汽锤(1m)
200	120	震耳欲聋	雷声,汽车喇叭(1m)
20	100	很响	大型客车内部,机床(1m)
2.0	80	响	演讲(1m),汽车(10m)
0.2	60	一般	对话(1m),收音机中等音量以下
0.02	40		
0.002	20	轻	安静郊区,手表摆动声(10cm)
0.0002	0	微弱	自己呼吸声,最低可听到下限

二、声音在空气中的传播特点

声波也是一种波,它有与光波一样的特点,如反射、干涉等。由于它的波长比较长,也形成了许多与光波不同的特性,如绕射等。

1. 声波的反射和吸收

当声波在传播过程中遇到一个尺寸比其波长大得多的障碍物时,声波将会被反射。与光波一样,入射角等于反射角,如图 1-2 所示。如果遇到凹面,反射的声波就会产生汇聚(声聚焦);遇凸面,反射的声波就会扩散;声源如果在两平行的墙面之间,就会产生反复来回的反射。因此在歌舞厅的建筑上,要注意防止设计圆弧曲面形墙面,以免产生声聚焦,使某一点或某区域声音特别大,产生畸变、真、振、叫;也要防止形失共啸成两平行墙面,使声音来回反射,产生颤动回声。

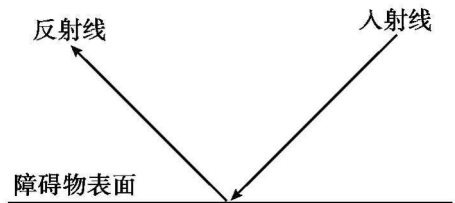


图 1-2 声波的反射

不过,即使障碍物尺寸足够大,也无法将入射声波全部反射回去,因为绝大多数障

碍物都会吸收一部分声波。一般来说,障碍物越坚硬、光滑,反射特性越好;障碍物越松软、多孔、带有弹性,则吸收越严重。

必须指出,由于一个声音通常包含许多频率成分,而声音的频率同障碍物的反射和吸收特性有关,所以同一个障碍物对同一个声音中的高、低频分量的反射、中、吸收状况也不一样。一般来说,声音中的高频分量容易被吸收,所以声音中的高频分量在传播过程中很容易被衰减,形成高音不足,从而导致清晰度下降的现象。

2. 声波的绕射

当声波在传播过程中遇到一个小于声波波长的障碍物时,声波将绕过该物体继续传播。这种现象称为声波的绕射,又称声波的衍射。绕射的程度取决于声波的波长和障碍物尺寸,一般来说,声波的频率越低(波长越长),越容易发生绕射。如频率为100Hz的声波的波长为3.4m,在室内遇到的障碍物的尺寸大多比它小,因此在传播过程中很容易发生绕射。相反,声波的频率越高(波长越短),越不容易发生绕射,在传播过程中很容易被物体挡住、反射或吸收。如频率为10kHz的声波的波长为3.4cm,通常环境中的物体的尺寸都小都比它大,所以它不容易发生绕射。这种低频声波易绕射,高频声波不易绕射的现象,表现为低频声音传播时没有方向性,而高频声音在传播时有较强的方向性。在实际应用中(如在歌舞厅里),中、高音扬声器应放在一定的高度,否则人或物体就会挡住中、高音的传播,使观众听不到直达的中、高音;低音扬声器可以放在地面或其他合适的位置,因为低音易绕射而不易被挡住。

当声波通过障碍物的洞孔时,也会发生绕射现象。当声波波长远远大于洞孔尺寸时,洞孔好像一个新的点声源,声波从洞孔向各个方向传播;当声波波长小于洞孔尺寸时,只能从洞孔向前方传播。

3. 声波的干涉与叠加

在同一空间有两个或多个频率相同的声源时,一个声源的波峰和另一个声源的波峰或波谷相遇就会形成加强或削弱,甚至抵消,这种现象称为声波的干涉与叠加。在某一个时刻,每一点的加强或削弱程度都不一样,如果它们的相位相同,两声波叠加后其声压加强;反之,如果它们的相位相反,两声波叠加后便会相互削弱,甚至完全抵消。如果是多个相同频率的声源交汇,情况就更为复杂,所以一个听音空间的扬声器的选用、数量和布置要恰当、合理。

根据声波的干涉与叠加现象,在听音室内的最佳听音位置应在两个音箱连线的垂直平分线上。

三、人的主观听觉特性

人的听觉是声波通过人耳使人产生的感觉。这种感觉因人的生理、心理差异,造成人们对同一个声音的感觉因人而异。但人们在听觉方面的生理过程还是存在着一些共同的心理规律。

1. 哈斯效应

哈斯在实验中发现:对听音者而言有左右两个声源,如左右声源发出同样的声音,在同一时间强度也一样,此时,听音者感觉到声音是在左、右声源之间。如果将其中一个声源延时 5~50ms,听音者就会感觉到所有的声音似乎都来自未延时的声源。换句话说,两个同样的声音,一个声音比另一个声音先到达人耳 5~50ms,人耳则不能分出两个声源的各自方位,感到声音来自先到达人耳的那个声源的方位。人耳的这种感觉称为哈斯效应,也称为先入为主效应。

2. 掩蔽效应

若同时存在两种声音,当其中一种声音比另一种声音响亮时,人们就只能听到那种响亮的声音,而感觉不到另一种声音的存在,这一现象称为声音的掩蔽效应。听觉的掩蔽效应在音响技术中得到了广泛的应用。例如,人们为了减轻和消除信号中的无用成分(如噪声)的影响,就想方设法提高有用信号的幅度,衰减无用信号的幅度,造成两者在声压级上的巨大差异,从而产生掩蔽效应,这样人们就听不到信号中的无用成分(如噪声)。音响中的降噪电路就是根据掩蔽效应而设计的。

3. 听觉疲劳和听力丧失

如果人长时间处于高声压的环境中,则会出现听力下降,而后在安静环境中停留一段时间听力就能恢复,这种现象称为听觉疲劳。如果听力下降是永久性的、不可恢复的,称为听力丧失。

第二节 房间的声学特性

房间从声学角度可看做是封闭的空间,专业上称为闭室。声音在室内发出时,其传播往往受到封闭界面的限制。由于各表面的反复反射,出现了声音的干涉现象,使室内声场完全不同于室外声场。声场的干涉现象对室内的听音影响很大,因此怎样控制房间的声学特性以符合室内声学条件的要求,是室内声学的基本任务。

一、室内声音的建立和衰减

室内声音是由声源发出的直达声与经墙壁一次反射、二次反射,直至多次反射的反射声叠加后形成的,如图 1-3 所示。由图可知:反射声的传播路径比直达声的传播路径长,所以反射声比直达声要迟一些时间到达听声地点。图 1-4 表示室内声音的建立和衰减过程,其中图(a)表示声源发出的一个突变声音(即突然产生和突然停止);图(b)则表示听声点的声音不是突然建立起来的,也不是突然衰减下去的,它有一个建立、稳定和衰减的过程。声音之所以不能突然建立起来,是由于直达声和所有的反射声传播都需要时间的缘故,经过一小段时间后,室内声音达到一定强度而处于稳定状态。如果声音在稳定状态下,声源突然停止发声,这时已经没有声能供给,只剩下反射声,而

反射声每经壁面反射一次,能量就被吸收一部分而减少,所以声强就随时间而慢慢衰减下去。

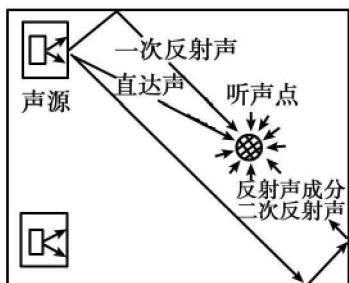
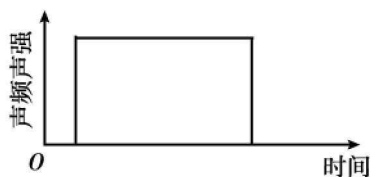
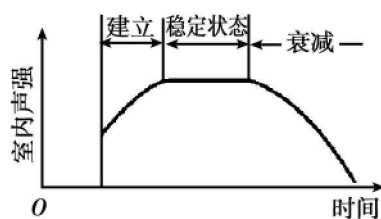


图 1-3 室内的声场



(a) 声源的输出波形



(b) 房间的响应波形

图 1-4 室内声音的建立和衰减

二、混响声与混响时间

经验告诉我们:当反射声与直达声的时间间隔在 $\frac{1}{8}$ s 以上(距障碍物约 19m 以外)时,人耳才能明显地感觉到反射声存在;否则,反射声与直达声就混在一起。声波在室内传播时,由直达声与墙面、天花板、地面等处反射声混在一起的现象称为混响。混响是室内说话总比露天说话声音响亮的原因。

不同房间听到混响声时间的长短是不同的,为了描述人在房间内能听到混响声时间的长短,引入了“混响时间”这个物理量。混响时间定义为:声源发出一定强度的声音,当达到稳定状态后,突然停止发声,室内的声能减少到原来时间。一般房间的混响时间约为 0.3~0.5s,而大的音乐厅可达 1~2s。

三、混响时间与房间的关系

根据理论分析和实验测试得知:混响时间与房间体积成正比,与房间墙壁的面积和壁面材料的吸声系数成反比。这是因为房间越大,容纳的声音能量越多,则混响时间越长。此外,当房间壁面面积较大时,被吸收的声音能量也较大,混响时间也就较短。而吸声系数表示壁面材料对声能的吸收程度,是壁面材料吸收的声能与入射的声音能量之比,所以吸声系数越大,混响时间也就越短。

为了使人耳听音时,房间的声学效果好,对房间的混响时间必然会有一个感到最适宜的值,这就是最佳混响时间。最佳混响时间根据房间使用目的和大小不同而不同,通常家庭中以欣赏音乐为目的时,最佳混响时间以 0.25~0.4s 为宜。

四、几种典型的声学缺陷

1. 回声

在房间由各墙壁反射而听者听到的反射波所经过的路程大于直达声所经过的路程。如果反射声与直达声的路程差达 17m,即相当于延时 50ms,反射声就可能形成回声。回声多发生在室内的一对平行墙之间。

2. 声聚焦

如果室内存在凹面,则由于聚焦将使声能集中到焦点上,从而使室内声场分布不均匀。如果焦点在舞台处就容易引起啸叫。

3. 死点

由于声波的干涉使某些频率的声音产生相互抵消,使声压级降低很多的区域称为死点。

4. 声影区

由于建筑或装潢的原因,一些区域的声音被建筑物遮挡,声音的直达声无法传播到此,只能听到混响声和部分反射声。这些区域称为声影区。

5. 板腔共振

由于装饰设计、材料的选用和施工不当,当厅堂内低频声有较大声压级时,装饰结构中的板或空腔受到激发而产生共振,发出板材振动的破声,严重地破坏音质。目前,我国许多歌舞厅都存在着这个严重的缺陷。

五、吸声材料

适当的混响有加强和美化声音的作用,但混响时间过长,会使声音含混不清。因此室内要对混响时间的长短进行定性的控制,使声音清晰丰满。控制混响时间用吸声材料。吸声材料种类很多,从机理上分类可分为多孔吸声、共振吸声和有源吸声三大类。有源吸声常用于工业降噪,在礼堂、歌舞厅的装修中一般不用。

常用的吸声材料分为六类:

1. 多孔性吸声材料

它内部有大量互相沟通的微小的空隙和空腔,当声波入射到多孔材料时,声波沿着微孔进入材料内部,引起空隙中的空气振动摩擦,使一部分声能转化为热能,达到吸声的目的。如玻璃棉、矿棉、沫塑料、毡、泡毛地毯等。这些吸声材料常用于吸收中高频声波。

2. 薄板振动吸声材料

薄板在声能的激发下会发生共振吸收声能。如胶合板、石棉水泥板、石膏板、纤维板等。这些吸声材料常用于吸收低频声波。

3. 穿孔板

薄板材料按一定的孔距均匀打孔(孔径一般为5~8mm),打孔板可用层板、石膏板等,它可吸收的频率范围较宽的声波。

4. 织物帘幕

厅堂常用织物帘幕作为装饰,也可将它作为吸声材料置于墙面、门和窗等。这种吸声材料主要用于吸收中低频声波。

5. 成形天花板吸声材料

随着技术的进步,从20世纪80年代开始,已经有人造成形的吸声天花板,也可用作墙面,使用方便,效果良好。常用的有矿棉吸声板、璃棉吸声板、制纤玻软维板等。它们吸声的频率范围都较宽。

6. 吸声体

一般由轻钢龙骨做支架,薄穿孔金属板或金属网板做护面板,内置玻璃棉或玻璃纤维。它可以根据实际需要做成各种形状作为装饰物悬挂在合适的空间或舞池上空的灯光网架之上。这种吸声材料主要用于吸收中高频声波。

第三节 立体声

一、立体声的概念

顾名思义,具有立体感的声音称为立体声。这里有两个概念需要讲清楚:

第一,立体是一个几何概念,是指在三维空间中占有位置的事物。那么声音也有立体的吗?回答是肯定的。因为声源有确定的空间位置,声音有确定的方位来源,人们的听觉有辨别声源方位的能力。尤其是当有多个声源同时发声时,人们可以凭听觉感知各个声源在空间的位置分布状况。从这个意义上讲,自然界中所发出的一切声音都是立体声。如雷声、火车声、枪炮声等,它们都存在于人们生活的立体空间中,当我们直接听到这些声音时,除了能感受到声音的强度、音调和音色外,还能感受到它们的方位和层次。这种人们直接听到的具有方位层次等空间分布特性的声音,称为自然界中的立体声。

第二,自然界发出的声音是立体声,但我们如果把这些立体声经记录、大等处理而后重放时,所有的声音都从一个扬声器放出来,这种重放声(与原声源相比)就不是立体的了。这时由于各种声音都从同一个扬声器发出,原来的空间感(特别是声群的空间分布感)也就消失了。这种重放声称为单声。如果从记录到重放整个系统能够在一定程度上恢复原发声的空间感(不可能完全恢复),那么,这种具有一定程度的方位层次等空间分布特性的重放声,称为音响技术中的立体声。本书只讨论这种立体声。

二、双耳效应

为了在重放声中恢复空间感,首先要了解人类的听觉系统为什么有辨别声源方位的能力。研究发现,这主要是因为人们有两只耳朵的缘故(只有一只耳朵有听力的人是感受不到立体声的)。

由于人类是用两只耳朵来听声音的,耳朵生长在头颅的两侧,它不仅在空间上有距离,而且受头颅阻隔,因此两耳接收到的声音就会有种种差异。这种通过声音到达两耳的时间差、声级差、相位差和音色差来进行声像定位的效应称为双耳效应。

1. 声音到达两耳的时间差

由于左右两耳之间有一定距离,因此,除了来自正前方和正后方的声音之外,由其他方向传来的声音到达两耳的时间就有先后,从而造成时间差。如果声源偏右,则声音必先到达右耳后到达左耳。声源越是偏向一侧,则时间差也越大。实验证明,当声源在两耳连线上时,时间差约为 0.62ms。

2. 声音到达两耳的声级差

两耳之间的距离虽然很近,但由于头颅对声音的阻隔作用,声音到达两耳的声级就可能不同。如果声源偏左,则左耳感觉声级大一些,而右耳声级小一些。当声源在两耳连线上时,声级差可达到 25dB 左右。

3. 声音到达两耳的相位差

声音是以波的形式传播,而声波在空间不同位置上的相位是不同的(除非刚好相距一个波长)。由于两耳在空间上有距离,所以声波到达两耳时的相位就可能有差别。耳朵内的鼓膜是随声波而振动的,这个振动的相位差也就成为我们判别声源方位的一个因素。当然频率越低,相位差定位感觉越明显。

4. 声音到达两耳的音色差

声波如果从右侧的某个方向上传来,则要绕过头部的某些部分才能到达左耳。已知波的绕射能力同波长与障碍物尺度之间的比例有关,人头的直径约为 20cm,相当于 1700Hz 声波的波长,所以频率为 1000Hz 以上的声波绕过头颅的能力较差,衰减较大。也就是说,同一个声音中的各个分量绕过头部的能力各不相同,频率越高的分量衰减越大。于是左耳听到的音色同右耳听到的音色就有差异。只要声音不是从正前方(或正后方)来,两耳听到的音色就会不同,从而成为人们判别声源方位的一种依据。

5. 由耳郭造成的差别

耳郭是向前的,显然能使人们区分前后。另一方面,耳郭的形状十分微妙,不同方位来的声音会在其中发生复杂的效应,因此,耳郭对声像定位也有辅助作用。双耳虽然根据时间差、声级差、相位差、音色差来对声源进行定位,但声级差是高音定位的主要依据,相位差是低音定位的主要依据,猝发声(瞬态声)借助于时间差定位更准确,非纯音由音色差定位更容易。总之,双耳效应是综合性的,人们的听觉系统是根据综合的效应

来判别声源的方位。

三、双声道立体声

前面已经介绍,只有利用两只耳朵直接听到的自然界发出的声音才是真正的立体声。但人们只听自然界的聲音是不够的,如我们要听某个歌唱明星演唱的歌曲,而我们又不能亲自到现场去欣赏,于是人们就发明一种办法,对现场声音进行真实的记录、传输和重放,使重放的声音效果具有一定的真实感和临场感(要完全恢复现场的真实感受是不可能的),这就是立体声技术。其中,最简单且实用的是双声道立体声技术。

图 1-5 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,在其两侧各设置 1 只拾音话筒 A,B,用来模拟人们的两只耳朵。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时间差、声级差、相位差、音色差等。然后对 L 和 R 进行记录(制成录音磁带或光碟)。重放时用一系列的音响设备对 L 和 R 信号分别进行处理和放大,最后输出,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人,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,如图 1-6 所示,分别播放 L,R 信号。这虽然不能完全保证 L 信号只进入左耳,R 信号只进入右耳,使重放声的立体感变差,但实践证明还是行之有效的。

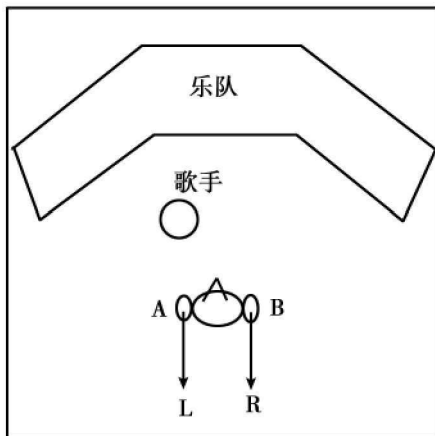


图 1-5 假人头录音

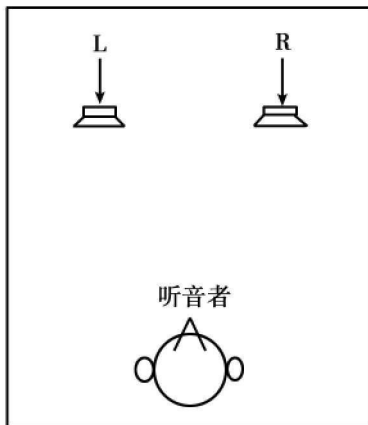


图 1-6 双声道立体声

这种利用两只拾音话筒放置于假人头两侧分别拾取左(L)右(R)两个声道的信号,然后用一系列的音响设备分别对 L 和 R 信号进行一系列处理后,最后用两只扬声器分别播放 L 和 R 信号的立体声系统就称为双声道立体声系统。它包括记录和重放两个过程,其中重放过程如图 1-7 所示。