

国内贸易部
NMY
中等专业学校教材

音响设备原理与维修

钟光明 主编

家电专业教材



中国商业出版社

国内贸易部部编中等专业学校教材

音响设备原理与维修

钟光明 主编

中国商业出版社

图书在版编目(CIP)数据

音响设备原理与维修/钟光明主编. - 北京:中国商业出版社,1997.12

ISBN 7-5044-3529-5

I. 音… II. 钟… III. 音频设备-维修 IV. TN912.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(97)第 27098 号

责任编辑:赵 钢

中国商业出版社出版发行
(100053 北京广安门内报国寺1号)
新华书店北京发行所经销
北京星月印刷厂印刷

1997年12月第1版 2002年5月第6次印刷
787×1092毫米 16开 27.5印张 671千字 插页4页
定价 33.50元

* * *

(如有印装质量问题可更换)

编 审 说 明

为适应建立社会主义市场经济新体制的要求,我部于1994年颁发了财经管理类5个专业和理工类7个专业教学计划。1996年初印发了以上12个专业的教学大纲。《音响设备原理与维修》一书是根据新编《家用电器》专业教学计划和教学大纲的要求,结合我国科技进步和家电市场的发展情况重新编写的。经审定,现予出版。本书是国内贸易部系统中等专业学校必用教材,也可供职业中专、职工中专、电视中专、技工学校等选用,还可以作为业务岗位培训和广大企业职工自学读物。

本书由四川省商业学校钟光明高级讲师任主编,并承担全书各章节、实验指导书及附录的编写工作;由吴纲仁高级讲师主审。

由于编写时间仓促,编者水平有限,书中难免有疏漏之处,敬请广大读者不吝赐教,以便于修订,使之日臻完善。

国内贸易部教育司

1997年8月

目 录

第一章 音响技术基础知识	(1)
第一节 音响技术的发展与现状	(1)
第二节 电声基础知识	(3)
第三节 立体声基本原理	(10)
第四节 音响设备的组成及使用	(15)
习题一	(24)
第二章 立体声音频放大器与扬声系统	(25)
第一节 立体声音频放大器的组成及性能指标	(25)
第二节 音频前置输入电路	(28)
第三节 音调/音量/平衡控制电路	(34)
第四节 功率放大电路	(42)
第五节 功率电平显示电路	(53)
第六节 扬声系统(音箱)	(60)
第七节 功放与扬声系统的保护电路	(68)
习题二	(72)
第三章 AM/FM 立体声调谐器	(73)
第一节 无线电广播基础知识	(73)
第二节 调幅(AM)接收原理	(77)
第三节 调幅输入回路与变频器	(79)
第四节 检波及 AGC 电路	(84)
第五节 调频(FM)接收原理	(87)
第六节 调频头电路	(93)
第七节 AM/FM 中频放大电路	(97)
第八节 鉴频器	(107)
第九节 立体声解码器	(112)
第十节 收音电路的组装与调试	(117)
习题三	(122)
第四章 盒式录音(机)座	(123)
第一节 磁记录原理	(123)
第二节 磁带驱动机构	(134)
第三节 盒式录音(机)座的电路组成	(150)
第四节 录放均衡放大电路及 ALC 电路	(155)

第五节 偏磁及抹音电路	(167)
第六节 录音座(机)的特殊电路	(172)
习题四	(182)
第五章 普通(LP)唱机	(183)
第一节 LP唱机的基本工作原理	(183)
第二节 LP唱机的驱动机构	(189)
第三节 音臂及拾音头	(196)
习题五	(201)
第六章 激光(CD)唱机	(202)
第一节 数字音响技术基础知识	(202)
第二节 CD光盘	(207)
第三节 CD唱机的工作原理	(211)
第四节 CD唱机的选购、使用与维护	(219)
习题六	(222)
第七章 音响设备中的新技术	(223)
第一节 音频混响与卡拉OK电路	(233)
第二节 环绕立体声系统	(235)
第三节 自动降噪电路	(251)
第四节 微电脑在音响设备中的应用	(255)
第五节 参量频率均衡器与数控频率均衡器	(261)
第六节 数字调谐器	(264)
第七节 红外遥控器	(274)
习题七	(283)
第八章 音响设备整机电路分析	(284)
第一节 整机电路的分析和识图方法	(284)
第二节 调幅/调频收音机电路分析	(287)
第三节 立体声收录放音机电路分析	(294)
第四节 星河XH-990A型组合音响电路分析	(301)
习题八	(320)
第九章 音响设备的质量检验	(323)
第一节 调幅接收机的性能指标及检测	(323)
第二节 调频接收机的性能指标及检测	(331)
第三节 盒式录音机的性能指标及检测	(340)
第四节 音响设备的常规检验	(345)
习题九	(348)
第十章 音响设备常见故障的检修	(349)
第一节 检修的基本方法	(349)
第二节 低放电路常见故障的检修	(360)
第三节 收音电路常见故障的检修	(365)

第四节	录放电路常见故障的检修	(375)
第五节	磁带驱动机构常见故障的检修	(383)
第六节	LP/CD 唱机常见故障的检修	(386)
	习题十	(390)
实验指导书		(391)
实验一	收录机的使用	(391)
实验二	AM/FM 收音机安装与调试	(395)
实验三	磁带驱动机构的结构及工作原理	(399)
实验四	收录机整机电路读图	(401)
实验五	收录机的质量检验	(404)
实验六	收录机的在机测量检查法	(406)
实验七	收录机的注入信号检查法	(410)
附录一	部分国产组合音响的功能特点及主要性能指标	(413)
附录二	音响设备常用英文标记对照	(420)
参考文献		(431)
附图一	咏梅牌 9111 型数字调谐收音机电原理图	
附图二	爱华牌 HS - J170/390 型袖珍收录放音机电原理图	
附图三	熊猫牌 SL - 861 型双卡台式收录机电原理图	
附图四	星河 XH - 990A 型组合音响电原理图	

第一章 音响技术基础知识

第一节 音响技术的发展与现状

音响技术是研究声音信号的转换、传送、记录和再现的专门技术。音响技术的发展,从爱迪生发明筒形留声机算起,至今已有一百多年的历史了。

一、音响技术发展简史

一百多年来,音响技术得到了突飞猛进的发展。

无线电广播从调幅广播到调频广播,再到今天的调频(调幅)立体声广播。

磁性录/放音技术从钢丝式磁性录音机、磁带录音机到立体声盒式磁带录音机,再到今天的 DAT 数字磁带录音机。

唱片录/放音技术从单声道普通唱机到双声道立体声唱机,再到今天的数字激光(CD)唱机。

同时,伴随着电子器件由真空管、晶体管到集成电路的发展,伴随着音频信号记录/重放方式由单声道、双声道到环绕立体声的进步,伴随着信号处理方式由模拟信号处理到数字信号处理的变革,音响设备频频换代,品种日益增多、性能不断完善。

音响技术能有今天这样繁花似锦、兴旺发达的局面,人们不会忘怀在这一领域中建立丰功伟绩的开拓者和科学巨星。他们将载入音响技术发展史册,见表 1-1。

表 1-1 音响技术发展简史年代表

年 代	无线电广播	磁性录音技术	唱片录音技术
1864 年	(英)麦克斯韦提出了电磁场理论,成为无线电通信广播的奠基人		
1877 年			爱迪生发明留声机,开创了用唱片记录声音的新纪元
1887 年	(德)赫兹在实验室人工产生电磁波,用实验证明了电磁场理论		
1896 年	(俄)波波夫和(意)马可尼成功地进行了世界上首次无线电通信试验		
1898 年		(丹麦)波尔森发明了钢丝式磁性录音机,开创了磁记录的历史	

年 代	无线电广播	磁性录音技术	唱片录音技术
1905 年	(美)雷金纳德·A·费斯登发明“外差技术”		
1906 年	世界上第一次无线电广播试验成功		
1907 年	△(美)弗莱斯特发明真空三级管,人类步入电声时代		
1907 年		钢丝式直流偏磁录音机问世	
20 年代	苏、英、法、德、美等国家先后建立调幅广播电台		
1924 年			LP 电唱机商品化(含电子管放大)
1935 年		(德)通用电器公司研制成功磁带录音机	
1933 年	△(美)世界上第一次立体声传送试验,由费城把交响乐队演奏实况用三对电话线传送到华盛顿进行重放,获得成功,人类进入立体声时代		
1936 年			贝尔实验室研制成功 45°/45° 立体声唱片技术
40 年代	美、英、法、德等国家先后建立调频广播电台		
1949 年		(美)立体声录音机商品化	
1957 年			立体声唱机商品化
1961 年	(美)调频立体声广播电台诞生		
50 年代	半导体晶体管研制成功,为音响设备小型化创造了条件		
60 年代	半导体集成电路研制成功,为音响设备的多功能、高性能、微型化创造了条件		
1962 年		(荷)飞利浦公司研制成功盒式磁带录音机	
1967 年	△(日)NHK 研究所把 PCM(脉冲编码调制)技术引入音响领域,开创数字音响技术新纪元		
1970 年			(德)宝丽金公司发明以坑点形式在圆盘上记录信号的方式
1978 年			(荷)飞利浦公司研制成功激光式小型数字唱机(CD 唱机)
1982 年		(日)索尼公司研制 R-DAT 数字磁带录音机,并很快实现国际标准化	

二、音响技术的现状

今天的音响设备,已成为人们生活、工作、学习的重要组成部分。从技术上讲,可以用高保真(Hi-Fi)化、立体声化、自动化、数字化来概括其特点。

(一)高保真化

高保真(Hi-Fi)地进行声音的记录和重放,一直是人们不断追求奋斗的目标。人们把那些陶醉于 Hi-Fi 的音响爱好者称为发烧友。随着音响技术的发展和各种电声器件质量的不断提高,目前的高保真程度已经达到相当高的水平。

(二)立体声化

双声道立体声音响设备已十分普及。而真正的立体声——真实地再现三维空间声源方位的环绕立体声,在杜比实验室研制的杜比环绕立体声技术和雅马哈声场处理技术推动下,正在走进千家万户,在全国掀起了“家庭影院”的热潮。目前,杜比环绕立体声重放功能已成为音响设备升级换代的重要标志。

(三)自动化

得益于自动控制技术和微型电子计算机技术的飞速发展,音响设备的操作控制正朝着自动化/遥控化方面迅速发展。采用微处理器担任系统控制的现代音响设备,可实现调谐器的自动搜索调谐;可进行录音座的连续放音和编程放音,可自动控制电唱盘、激光唱机、数字录音机的工作状态及功能转换,并可通过红外遥控器进行操作控制。

(四)数字化

采用数字信号处理技术的数字音响设备,以其完美的音色和极高的电声性能指标赢得人们的青睐。数字激光唱机(CD)正走进千家万户、成为最主要的 Hi-Fi 节目音源;数字磁带录音机因考虑到商业战略等因素,暂时未进行大量普及。

三、音响设备的分类

音响设备品种繁多,分类方法各异,主要有以下几种分类方法。

(一)按功能分类

音响设备按照使用功能可分为收音机、调谐器、录音机(放音机)、录音座、电唱机、激光唱机、放大器、均衡器、卡拉 OK 机以及收录机、组合音响等。

(二)按性能指标分类

音响设备按照其性能指标可分为 A 级机、B 级机、C 级机,分别对应于高档、中档和低档(普及型)机。

(三)按外形款式分类

音响设备按照其外形款式可分为组合式、落地式、台式、便携式和袖珍式等。

(四)按声道数分类

音响设备按信号处理声道数可分为单声道机、双声道机和多声道机等。

(五)按信号处理方式分类

按照音响设备对信号的处理方式可分为模拟式与数字式两类。

第二节 电声基础知识

本节研究声音产生与传播、描述声音的方法和声——电转换原理等电声基础知识。这些

基础知识对于学习和掌握音响技术是必不可少的。

一、声音

(一)声音的产生与传播

我们每一个人对声音都很熟悉。日常生活中人与人之间的交谈,我们称之为“说话或讲话”,就是通过“声波”来传送的。

实验证明:一切声音都是由物体的振动产生的。我们把振动发声的物体叫做“声源”。声源发出的声音,还需要通过空气或其他物质的传播才能到达人耳。我们把传播声音的物质称作“媒质”。

声音是以媒质的波动形式进行传播的,我们称这种波为“声波”。声波是怎样形成的呢?这里以扬声器发声为例加以说明,如图 1-1 所示。

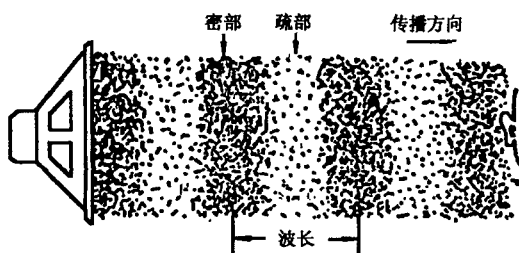


图 1-1 声音的传播

当扬声器的纸盆来回往复运动时,纸盆附近的空气也随之一起振动。当纸盆迅速向外压时,纸盆附近的空气压强增大,使空气分子紧密地聚集在一起,形成高于正常空气密度的“密部”;紧接着纸盆又迅速向内拉,其附近的空气压强减小,使空气分子间的平均距离增大,形成低于正常空气密度的“疏部”。纸盆继续振动,使空气中“密部”与“疏部”一个接着一个产生,并沿着振动方向不断地向前传播。这种由声源振动引起的媒质波动,就形成声波。

以上说明声波实质上是由振动引起,并通过媒质(如空气、木头等)传播的一种机械波,其中能引起人们听觉反应的那一部分声波(频率在 20Hz ~ 20kHz),我们称之为声音。从这里可以看出:(1)声音的产生基本上都源于物体的振动,离开了振动物体(音源)就不会产生声波;(2)声音的传播必须在传声媒质中进行,离开了传声媒质(比如在真空中)声音就无法传播;(3)声音是一种机械波,因此它也具有波动的一般特性,比如干涉、衍射等。

(二)混响与混响时间

1. 室内声的组成

声音和其他波动一样,传播中有反射、折射、衍射等现象。因此,室内任何一点的声音都可分解为直达声、前期反射声和混响声等,如图 1-2 所示。直达声指听众直接听到的由声源发出的声音;近次反射声指由墙壁或物体对声音的第一次反射,它们的反射方向明确,彼此有一定的时间间隔;混响声指由室内物品多次反射后到达听众的声音,彼此间隔很密,可以认为同一时刻各方面反射声以差不多的概率到达。

室内声中,如果直达声成份不够就缺乏清晰度。从延时特性上看,人们难以将直达声与前期反射声分开,因此,近次反射声对听感的影响十分明显,尤其是对清晰度的影响;而混响声则主要影响声音的丰满度和亲切感。

2. 混响

当我们在山谷中大声喊叫时,会因声波受四周群山反射而听到连绵不断的回声。但我们在小房间里说话时,却听不到回声。实验告诉我们,只有当回声与直达声的时间间隔在 1/8s 以上(距离障碍物约 19m 以外)时,人耳才能明显地感觉到回声的存在,否则,反射声就与直达声混在一起。声波在室内传播时,反射并不止一次,而是要来回反射多次,绕过一段时间后,才

会渐渐消失,这种现象称为“混响”。

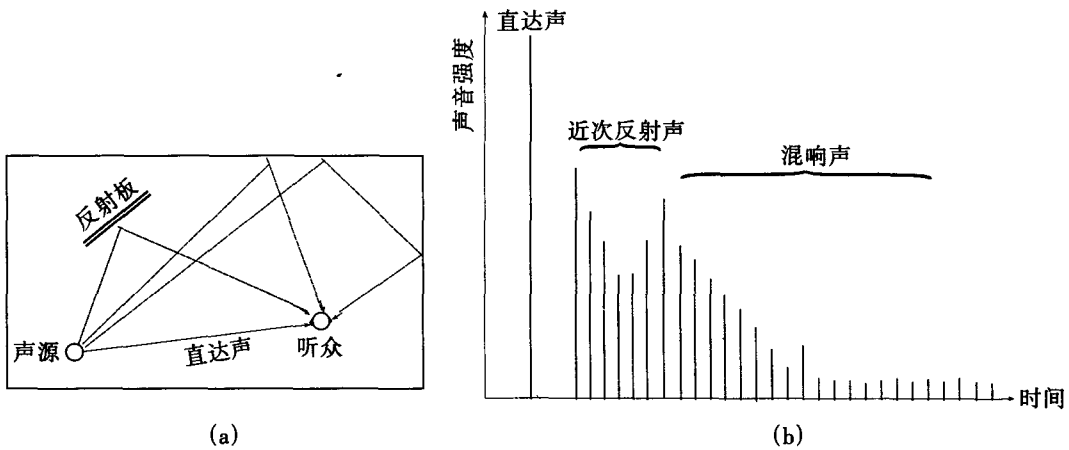


图 1-2 室内声场的特点

3. 混响时间

混响时间是衡量室内声音混响程度的量。它是指在声源停止发声后,混响声能密度(单位体积的声能量)衰减 60dB(即强度减弱到原来的百万分之一)所需要的时间。混响时间用符号 T_{60} 表示,其计算公式为

$$T_{60} = \frac{0.163V}{S \cdot [2.3 \lg(1 - \alpha)]}$$

式中: V ——房间体积; S ——房间内六面的总面积; α ——室内各面的平均吸声系数。

由上式可知,对于一个确定的房间,其体积 V 和室内各面的总面积 S 是一个确定定值,因此,混响时间主要取决于室内各面的吸声处理。也就是说,混响时间是表征房间声学特性的最主要的物理量,它与声源无关。

常见的室内装饰材料的吸声系数如表 1-2 所示。

表 1-2 常见材料的吸声系数

类别	材料名称	吸声系数
帷幔类	双层线绒帷幔	0.69 ~ 0.82
窗帘类	玉绒做的窗帘	0.31 ~ 0.47
	中长纤维做的窗帘	0.15 ~ 0.27
地毯类	羊毛编织地毯	0.68 ~ 0.82
	优质化纤地毯	0.51 ~ 0.71
	普通化纤地毯	0.22 ~ 0.48
地板	木质地板	0.03 ~ 0.05
	塑料地板	0.02 ~ 0.04
	水磨石地板	0.01 ~ 0.03
墙壁	普通抹灰砖墙	0.02 ~ 0.04

一个房间的混响时间与该房间内墙面和物体的总吸声性能有关。总吸声性能越好,总反射性就越差,房间的混响时间就越短;反之就越长。若混响时间太短,宛如置身于旷野之中,音乐显得枯燥乏味;而混响时间太长,又会使声音含混不清。用于演唱、演奏或播放音乐的音乐厅、影剧院、讲演厅等建筑,其内部容积、形状,以及墙面、地面、天花板和其他设施的吸声性能都十分讲究,以求得最佳的混响时间,使乐音明朗、响亮、层次丰富、浑厚有力、悦耳动听。

(三)描述声音的物理量

1. 声压

当声源停止振动时,空气层处于平稳状态,各处气压相等,也就是通常所说的大气压强。当声源发出声音时,由于声波的作用,媒质各部分必然产生压缩与膨胀的周期性变化,从而使局部气压发生涨落变化。空气密集处压强增加,空气稀疏处压强降低,这种由声波引起的压强变化就叫做声压,一般用 P 表示,单位是帕[斯卡],用符号 Pa 表示。声压的大小反映了振动的强弱,同时也决定了声音的大小。

人们正常讲话时,离开嘴巴 0.5m 处的声压大约是 1 微帕(μPa),只有大气压的百万分之一左右。这时人们可以听到声音很响,可见人耳是相当灵敏的感觉器官。当然,声压很低时人耳是听不到的,声压低到 $0.0002\mu\text{Pa}$ 时已是人耳所能听到的最低限度了,低于这一声压人耳就无法听到。

在没有任何反射的自由声场中,球面波辐射的声波随着距离的增加而迅速减弱,具体来说就是声压的大小与距离成反比。由于实际的声场中都存在着不同程度的反射,而且实际的声源都有一定的指向性(介于球面波与平面波之间),所以实际声场中声压随距离而衰减的速度要比上面所讲的慢得多,在室内尤其如此。

2. 声压级

人耳所能听到的声音其声压范围极其宽广,从人耳所能听到的最低声压(听阈)到感觉可痛的最高声压(痛阈)之间相差一百万倍(10^6 倍)。在这样宽广的范围内,用声压的绝对大小来衡量声音的强弱是很不方便的。而且从人耳分辨能力来看,主观上感受到的声音大小(声音响度)并不是正比于声压的绝对值,而是更近于与声压的对数成正比。基于这两方面的原因,我们常用声压的相对大小来表示声音的强弱,并称之为声压级。

声压级定义为实际声压 P 与基准声压 P_r 的比值取常用对数的 20 倍来表示,单位为分贝。所以,声压级的定义式为

$$L_p = 20 \lg \frac{P}{P_r} \quad (\text{dB})$$

式中: $P_r = 2 \times 10^{-5} \mu\text{Pa}$, 为 1kHz 频率声音的可闻声压。

若某声音的声压是基准声压的 10、100、1000 倍,则声压级分别为 20、40、60dB,其换算关系与电压增益的分贝换算相同。常用声压级换算值见表 1-3。

表 1-3 常用声压级的分贝值换算表

声压级 (dB)	-20	-6	-3	0	3	6	12	14	20	40	60	80
声压比	0.1	0.5	0.7	1	1.4	2	4	5	10	100	1000	10000

为了使大家对声压级的大小有一些初步的数量概念,下面举一些典型的例子供参考,见表1-4。

表 1-4 几种典型声源所发出的声压级

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

3. 频率与波长

声波在单位时间内波动的次数称为声音的频率,用符号“ f ”表示;其单位为赫[兹],用符号Hz表示。声音的频率等于声源的振动频率。

人耳可听到的声音频率范围大约是20Hz~20kHz。习惯上把低于60Hz的声音称为超低音,把60Hz~200Hz的声音称为低音,把200Hz~1000Hz的声音称为中音,把1kHz~5kHz声音称为中高音,而把5kHz以上的声音称为高音。

声波一个波动周期内在媒质中传播的距离,称为声波的波长,用“ λ ”表示,单位为米(m)。

声波的波长与声音频率成反比。即频率越高,其波长越短;而频率越低,则波长越长。

4. 声速

声音在媒质中单位时间内传播的距离称为声速,用符号“ v ”表示,单位为米每秒(m/s)。声音的传播速度与媒质的性质有关,即声音在不同媒质中传播速度不同。常温状态下,声音在空气中的传播速度为344m/s。

声音在媒质中传播时,声速、频率、波长的关系为:

$$\lambda = v/f \quad (m)$$

二、人耳的听觉特性

人耳是以声音的响度、音调、音色和方向感等主观感受来辨别各种声音的,这是人们对声音的主观描述。

(一)响度

响度是人耳对音量大小的主观感受。声音的响度主要取决于声波的振幅大小。一般说来,响度并不与声压的大小成正比例关系,而是满足对数函数关系。正是为了反映人耳的这一特性,通常用声音的声压级(dB)来表示声音的响度。

响度还与声音的频率有关。声压相同而频率不同时,声音的响度亦有所不同。在1000Hz~4000Hz之间,声音听起来最响,而低于1000Hz与高于4000Hz的声音,响度随频率的降低或升高而变低。

(二) 音调

音调是人耳对声音频率的主观感受。音调主要取决于声音的频率,但与声压、声波波形也有一定关系。

研究表明,人耳对音调变化的感受不是线性关系,而是对数关系。也就是说,音调感觉是由于频率的相对变化而形成的,即不论原来频率是多少,相同倍数的频率变化对人耳总是产生相同音调变化的感觉。例如,频率增加一倍,比如从 100Hz 变为 200Hz,或者从 1000Hz 变为 2000Hz,音调变化在听觉感受上都是一样的,即提高了所谓“八度音”,又称为“倍频程”。正是因为音调变化和频率相对变化的倍数成正比,所以在表示频率的曲线图中,频率坐标常采用对数刻度。此外,均衡器的中心频率常按倍频程设定也是这一原因。

(三) 音色

音色是人耳对音源发声特色的主观感受。不同的乐器,即使发音的响度和音调完全相同,人耳也能通过不同的音色将它们分辨出来。

音色与很多因素有关,但主要决定于声波中谐波成份的多少和强弱,即基音与泛音的比例。例如,吉他和钢琴即使演奏同样音高的音符,人们还是能迅速分辨出哪个是钢琴的声音,哪个是吉他的声音,而不至于混淆。这是因它们在演奏同一音符时基音的频率虽然相同,但它们的谐波成份(泛音)不论在数量上、频率上还是强度上都不同的缘故,如图 1-3 所示。正是由于这些谐波的不同组成,才赋予每一种乐器特有的音色。



图 1-3 吉他和钢琴的音色波形

音色主要和声音的频谱结构有关。事实上,乐器(以及其他声源)的振动绝大多数都不是简单的简谐振动,而是由许多个不同的简谐振动叠加而成的,并且这些简谐振动的频率之间满足整倍数关系。其中,最低的一个频率称为基频,对应的简谐波称为基波(在音乐词汇中称为基音);频率为基频整数倍的那些简谐波统称为谐波(在音乐词汇中则称为泛音)。正是由于谐波的不同组成比例,才赋予各种乐器,以及人声以特有的音色。如果没有谐波成份,单纯的基音简谐波信号是没有音乐感的。

(四) 方向感

方向感是人们在听音时,对声源方向/位置的主观感受。人们在现实生活中,都能够用耳朵判断出声音方向及位置,这是因为我们两只耳朵,双耳间距离大约是 20cm,来至同一声源的声音到达两耳时,在时间上、强度上和相位上都存在着差异,正是从这些差异里,人的大脑完成了“声像”的定位。这就是所谓的“双耳效应”。

在声像定位中,声音的先后对方向感也有影响。哈斯在实验中,如果两个不同方位的声源发出同样的声音,并在同一时刻到达听众,则主观感受是声音来自两声源中间的方位;如果其中一个略有延迟(经 5~35ms),听起来两个声音都来自未延时的声源,而延迟声源的存在对方

向感没有作用,只是增加了响度;如果延迟在 35 ~ 50ms 之间,则延时声源的存在可以被识别出来,但其方向仍在未延时的声源方向;只有在延迟超过 50ms 时,第二个声源才象一个清晰的回声一样被听到。由此可见,如果在 50ms 以内出现两个相同的声音,一般是不能区分出来的,仅能觉察到音色和响度的变化;如果让第二个声音延迟 50ms 以后再出现,而且有足够的响度,我们就可以把它们的方向区分出来,这就是著名的“哈斯效应”。

三、电声转换原理

为了实现声音的贮存(记录)、传送和重现,人们把声音转换为音频电信号,经过放大处理后再进行记录或传送;而在需要时又将该音频电信号还原为声音。因此,把声音转换为电信号(声——电转换),或者把电信号转换为声音(电——声转换),这是音响设备中十分重要的基本环节。

(一)声——电转换

将声音转换为电信号(声——电转换)是利用电磁感应原理而实现的。完成声——电转换的器件叫做拾音器或话筒(俗名麦克风)。

法拉第电磁感应定律告诉我们:当导线作切割磁力线的运动时,导线(线圈)中将有感应电动势产生。感应电动势与磁通量变化率 $\Delta\Phi/\Delta t$ 成正比。拾音器便是利用该定律制成的,其原理结构如图 1-4(a)所示。与振膜连在一起的线圈被安装在磁隙中,当声波引起振膜随之振动时,带动线圈作切割磁力线的运动,线圈中即有感应电动势产生,且感应电动势的变化规律与声音变化规律相同,于是声音也就转换成了相应的音频电信号。

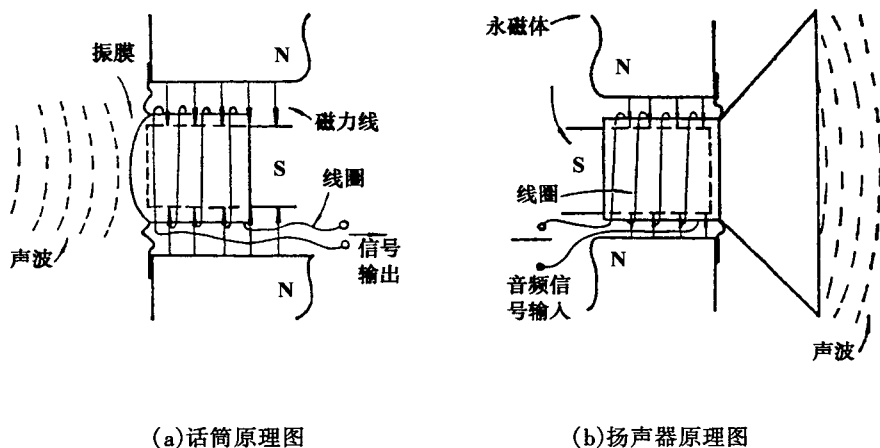


图 1-4 电声转换原理图

(二)电——声转换

将音频电信号还原为声音是利用了电流在磁场中受力的原理而实现的。完成电——声转换的器件称作扬声器(俗名喇叭)或耳机。

扬声器的原理结构如图(1-4b)所示。当音频电信号加在线圈两端时,线圈中有音频电流流过,于是线圈受到磁场力的作用而来回往复运动,再带动纸盆随之振动,其振动规律与音频电信号变化规律相同,纸盆即发出了与原声源相同的声音。

第三节 立体声基本原理

现代音响设备已实现立体声化。因此,立体声定位原理及各种立体声系统的基本原理等知识,是研究现代音响设备工作原理的基础。

一、什么是立体声

人耳对于声音的鉴别不仅有强弱、高低之分,还有确定声音方向、深度的能力。在音乐厅内欣赏交响乐时,不但能区别出乐器的类别,还能判断出各种乐器的位置。事实上,自然界中所发出的各种声音,如滚滚的雷声、呼啸急驶的火车声、枪炮声等等,都存在于人类生活的立体空间中。它们的空间方位和传播的特性都具有立体性质,而人类又具有感觉这些声音立体特性的本能。所以,当我们直接听到这些声音时,除了能感受到声音的强度、音调和音色而外,还能感受到这些声音的方位和层次。这种具有方位层次等空间分布特性的声音就称为立体声。

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。

二、立体声定位原理

人类感受声音方位的机理十分复杂,许多方面尚未完全弄清。但通过对双耳效应、耳廓效应、双扬声器实验等立体声定位原理的了解,可以对立体声的定位机理有一个初步的认识。

(一)双耳效应

1. 人的双耳效应

人的双耳位置处在头部的两侧,假如声源不在听音者的正前方而是偏向一边,即偏离听音者正前方的中轴线(见图 1-5),则声音到达两耳的距离不等,时间和相位就有差异。同时人头部对侧向入射的声波,由于其中一只耳朵有遮蔽效应,因而传入两耳所感受的声音强度也有差别,一般称为声级差。就因为存在这些差异,才使我们能辨别出声源的方向来。如果用手捂住一只耳朵,则方向感就会立即消失。

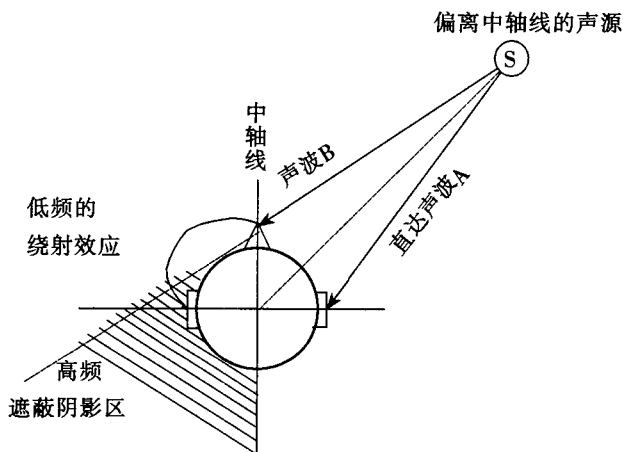


图 1-5 双耳效应

人的听觉中枢神经便是根据声音到达两耳的时间差 Δt (相位差 $\Delta\Phi$)和声级差 ΔL_p 等因素进行综合判断,来确定声音方位,所以称之为双耳效应,如图 1-5 所示。人耳辨别声音方向的能力还与声音的频率有关。声学常识告诉我们,前进中的声波如果遇到几何尺寸等于或大于声波波长的障碍物,声波可以绕射过去。由于人的两耳之间的平均距离在 16.25 ~ 17.5cm 之间,正好对应 800 ~ 1000Hz 频率声波波长的一半。当频率低于 1000Hz 时,由于其波长大于 17.5cm,因此声波能

绕过人的头部而达到被遮蔽的那只耳朵,使偏离中轴线的低频声波,到达两耳的声级差和时间差极小;当频率高于 1000Hz 以上时,由于其波长较短,声波不能绕过头部传送,所以到达被遮