

教育部规划教材

中等职业学校电子电器专业

(含岗位培训 行业中级技术工人等级考核)

音响技术及设备调测与维修

全国中等职业学校电子电器专业教材编写组编

徐治乐 主编



高等教育出版社

教育部规划教材
中等职业学校电子电器专业
(含岗位培训 行业中级技术工人等级考核)

音响技术及设备调测与维修

全国中等职业学校电子电器专业教材编写组编
徐治乐 主编

高等教育出版社

内容简介

本书是由国家教育部职成司组织编写的全国职业高中电子电器类专业规划教材之一。

全书共分十二章,主要讲述音响设备的一般组成和基本工作原理,着重对组成音响设备的关键部分:信号源,高保真放大电路,扬声器系统以及较新颖的数字调谐系统、超重低音电路、BBE 电路、卡拉 OK 电路、家庭影院 AV 电路等进行较详细的分析。本书还根据理论与实践相结合的要求,设计安排了对应的实验、实习内容。

本书着重突出职业技术教育的特点,强调应用与实践。全书内容以定性分析为主,深入浅出地介绍音响技术的有关工作原理,通俗易懂。

本书可作为各类职业技术学校电子电器类专业教材,也可作为音响设备维修人员,军地两用人才培养教材。

图书在版编目(CIP)数据

音响技术及设备调测与维修/徐治乐主编. —北京:

高等教育出版社,2000

教育部规划教材

ISBN 7-04-008152-0

I. 音… II. 徐… III. ①音频设备—立体声技术—教材②音频设备—维修—教材 IV. TN912.27

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 23122 号

音响技术及设备调测与维修

全国中等职业学校电子电器专业教材编写组编

出版发行 高等教育出版社

社 址 北京市东城区沙滩后街 55 号

邮政编码 100009

电 话 010—64054588

传 真 010—64014048

网 址 <http://www.hep.edu.cn>

经 销 新华书店北京发行所

排 版 高等教育出版社照排中心

印 刷 北京市朝阳区北苑印刷厂

开 本 787×1092 1/16

印 张 14.5

版 次 2000 年 7 月第 1 版

字 数 340 000

印 次 2000 年 7 月第 1 次印刷

插 页 6

定 价 20.10 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

前 言

本教材是由教育部职成司和高等教育出版社共同组织编写的系列教材之一。编写依据主要是教育部有关电子电器专业教学计划的要求。

本教材的主要任务是根据电子电器专业的培养目标,让学生通过这门课程的学习,掌握高保真音响设备的一般组成和电路工作原理,培养学生具有识读电路图、分析一般扩音设备电路工作原理、对设备的故障进行分析和排除的能力。

高保真音响设备技术是音响技术领域较高级的专业技术,它的学习应在收音机、录音机这两门课程学习之后进行。本教材主要从高保真的角度着重介绍音响技术的基本工作原理和音响设备的信号源、扩音设备、放音系统三大主要部分。在了解扩音设备基本构成的基础上,重点学习扩音设备的核心——功率放大部分,从 OTL、OCL、BTL 电路到超甲类、纯直流、场效应管功放电路等都一一作了分析介绍。同时,还注意引入了当前音响技术中较流行的新技术,如数字调谐系统、超重低音系统、BBE 技术、卡拉 OK 电路、家庭影院系统和杜比定向逻辑环绕声解码、杜比 AC-3 解码等技术,使学习者能跟上日益发展的音响技术新潮流。

教材的编写从基础出发,以定性分析为主,以应用为目的,以体现音响技术的新知识、新技术的具体应用为主线,既有分立元件电路的分析,又有集成电路的应用;既有单元电路的学习,又有整机的综合分析;深入浅出、循序渐进地引导学生进行各种专业知识的学习,以提高学生分析问题和解决问题的能力。

为了使学生的理论学习能联系实践,进一步提高学生的专业实践技能,本教材还设计了六个实验和三个专业实习,供教学时配套同步进行。

本教材的教学时数为 200 学时,各章节及实验、实习的课时分配见下表(供参考)。

课时分配表(共 200 课时)

章 次	课时数	章 次	课时数
第一章	3	第十章	6
第二章	10	第十一章	6
第三章	4	第十二章	6
第四章	7	实验一	2
第五章	2	实验二	2
第六章	4	实验三	2
第七章	18	实验四	2
第八章	2	实验五	2
第九章	6	实验六	10

续表

章 次	课时数	章 次	课时数
实习一	16	实习三	70
实习二	16	机动	4

对教材中打“*”号的章节,可根据实际情况作为选修内容处理。在教学安排上,实验、实习最好能与理论教学同步进行。

本教材由徐治乐担任主编并统稿。第一、二、三、七、八、九、十、十一、十二章由徐治乐编写,第四、五、六章由聂辉海编写,实验与实习部分由孔宪鳌编写。本书由华南理工大学朱荣权副教授负责审稿。

本教材在编写过程中参考了有关音响技术方面的资料、教材和杂志,并得到了广东蚬华多媒体制品有限公司及崔心明、李建民等有关领导和技术人员的大力支持,在此一并表示谢意。由于编者水平有限,书中难免存在缺点和错误,恳请读者提出宝贵意见,以便修改。

编者

1999年11月

责任编辑
封面设计
责任绘图
版式设计
责任校对
责任印制

刘素馨
李卫青
李维平
周顺银
俞声佳
杨明

目 录

第一章 高保真音响设备的概况	1	第八节 厚膜功放集成电路	107
第一节 声音的基本知识	1	思考与练习	111
第二节 高保真音响设备的一般组成	9	第八章 音响设备的电源	113
第三节 高保真扩声设备的基本性能指标	12	第一节 电源的技术指标	113
思考与练习	15	第二节 常用的电源	114
第二章 信号源	17	第三节 电源变压器	117
第一节 收音调谐器	17	思考与练习	122
第二节 录音座	25	第九章 放音(还音)系统	123
第三节 激光(CD)唱盘	29	第一节 扬声器分频网络	123
思考与练习	35	第二节 扬声器与音箱	127
第三章 前置放大器	36	思考与练习	138
第一节 输入选择电路	36	第十章 整机电路分析	139
第二节 输入放大与均衡补偿电路	38	第一节 双频道电影还音扩音机	139
思考与练习	45	第二节 MAS. THEIRAKLIS 后级功率 放大器	144
第四章 等响度控制和音调控制电路	47	第三节 AV-3 功率放大电路	147
第一节 等响度控制	47	* 第四节 钻石牌 FL-888 立体声组合音响	149
第二节 音调控制	50	思考与练习	152
第三节 图示均衡器	56	* 第十一章 卡拉 OK 电路	153
思考与练习	58	第一节 卡拉 OK 电路结构及基本工作原理	153
第五章 通频带控制	60	第二节 卡拉 OK 整机电路分析	162
第一节 RC 基本滤波节和有源滤波器	60	思考与练习	169
第二节 通频带控制电路	62	* 第十二章 家庭影院(AV)系统	170
思考与练习	63	第一节 环绕立体声与家庭影院系统	170
第六章 电子分频电路	64	第二节 环绕声系统	173
第一节 滤波型分频电路	64	第三节 家庭影院 AV 功放	179
第二节 滤波-运算型分频电路	66	思考与练习	186
* 第三节 超重低音分频电路	67	实验一 均衡放大器	187
* 第四节 BBE 音效增强电路	71	实验二 等响度控制电路	191
思考与练习	73	实验三 衰减式音调控制电路	194
第七章 功率放大器	75	实验四 电子分频电路	199
第一节 OTL 功率放大电路	75	实验五 带通控制电路	202
第二节 OCL 功率放大电路	83	实验六 OCL 功放电路	206
第三节 OTL、OCL 功放电路的改进	91	实习一 图示均衡器	209
第四节 BTL 功率放大电路	94	实习二 重低音分频器	214
第五节 超甲类功率放大器	97	实习三 优质功率放大器	218
第六节 直流(DC)功率放大器	100		
第七节 V-MOS 场效应管功率放大器	103		

第一章 高保真音响设备的概况

随着电子技术的发展,音响设备已成为人们家庭生活、文化娱乐的一种必不可少的设备。除了家庭组合音响之外,又出现了家庭影院 AV 系统,而且愈来愈受到人们的青睐。为了生产和正确使用音响设备,有必要对声音的基本知识,高保真的概念,音响设备的组成和性能指标等有一个基本的了解。

第一节 声音的基本知识

在现实生活中,声音常常作为传递信息,交流感情的载体。每时每刻,人们总要听到各种各样的声音,如说话声、歌声、音乐和机器的轰鸣声、汽车的喇叭声等。在听到声音时,不仅能感觉到各种声音的音量、音调和音色,同时还能感觉出声源的方向和距离,即具有空间的立体感。音响设备就是根据人们的需要对声音进行记录和重放的设备。

一、声波

声音是一种波动现象。当一个声源(如机械振动源)振动时,振动体对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。当声波传入人的耳朵时,便会产生声音的感觉。

一般来说,凡是具有弹性的物质,如气体、液体和固体,都能传播声波。真空中没有弹性物质,所以真空不能传播声波。声波在不同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。

1. 声压与声强

振动的物体使空气各部分产生压缩和膨胀的周期性变化,压缩时压强增加,膨胀时压强减小,即压强随时间作周期性的变化。该变化的压强与静态时大气压强的差值就是声压。由于声压的强弱只与瞬时声压的有效值有关,而声压随时间的起伏变化人耳是觉察不到的,所以习惯上声压指的是有效声压,即瞬时声压的均方根值,常用 p 表示。

对于平面波,声压 p 和质点运动速度 v 成正比,即

$$p = \rho c v$$

式中, ρ 为声音传播媒质的密度, c 为声波的传播速度, ρc 又称为声阻率。

声压的单位叫做帕(Pa), $1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$ (1 牛/米²)。声压比大气压小得多,人耳能听到的声音最低限度的声压为 $2 \times 10^{-5} \text{ Pa}$,这个极限称为可听阈。正常说话时,离开人的嘴唇 0.5 m 处的声压大约为 0.1 Pa。当声压增加到 20 Pa 时,人的耳朵会感到疼痛难忍,这时已达到人耳听觉的最高极限,称为痛阈。

声学实验证明,人耳对声音强弱的感觉与声压的对数成反比,故常用声压的对数计量划分声音强弱的等级,称为声压级,单位为分贝(dB)。即声压级

$$L_p = 20 \lg \frac{p}{p_r} (\text{dB})$$

式中, p ——待测声压;

p_r ——声压的参考值, 常用 1 kHz 的可听阈声压 $2 \times 10^{-5} \text{ Pa}$ 。

若 p 的取值为痛阈声压, 即 $p = 20 \text{ Pa}$, $p_r = 2 \times 10^{-5} \text{ Pa}$, 则 $L_p = 20 \lg \frac{20}{2 \times 10^{-5}} = 20 \lg 10^6 = 120 \text{ dB}$ 。

由此可知, 当声音达到痛阈时的声压级为 120 dB, 即痛阈与可听阈之间的声压相差 10^6 倍。

存在声波的空间称为声场, 衡量声场中声音大小的另一物理量为声强。它是指单位时间内通过与传播方向垂直的媒质单位面积的声能量, 常用 I 表示。声强的单位是瓦/米² (W/m^2)。

对平面波或球面波, 声强与声压的平方成正比, 与声阻率成反比, 即

$$I = \frac{P^2}{\rho c}$$

声强也可用分贝 (dB) 表示, 称为声强级。声强级的定义为声强相对于参考声强的分贝数, 即

$$L_I = 10 \lg \frac{I}{I_r} (\text{dB})$$

式中, I ——待测声强;

I_r ——声强的参考值, 常用 1 kHz 的可听阈声强 10^{-16} W/cm^2 。

若 I 的取值为痛阈声强时, 即 $I = 10^{-4} \text{ W/cm}^2$, $I_r = 10^{-16} \text{ W/cm}^2$, 则 $L_I = 10 \lg \frac{10^{-4}}{10^{-16}} = 10 \lg 10^{12} = 120 \text{ dB}$ 。

由此可知, 当声音达到痛阈时声强级为 120 dB, 即痛阈与可听阈之间的声强相差 10^{12} 倍。

为了对声压和声强有一个感性认识, 现将日常生活中听到的各种声音的声压和声强分贝数列于表 1-1。

表 1-1 声压、声强参考分贝数

声压、声强(分贝)	声音种类
0	最小可听值
10	微风吹拂树叶的声音
20	小溪流水声
30	郊外住宅附近
40	市内安静场所
50	一般会话
60	街道食堂
70	市内电车、汽车通过的街道
80	一般机械车间内部
90	嘈杂车间内部

续表

声压、声强(分贝)	声 音 种 类
100	地铁站台(机车驶过时)
110	消防车警笛
120	最大可听值

声压与声强都是量度声音大小的物理量,二者的区别在于:声压表示压强关系,声强表示能量关系。在实际测量中,直接测量声强比较困难,而测量声压比较方便,故实用上常用声压而不用声强。但要说明声音的能量概念时则只能用声强表示。

2. 声音的频率范围

声波引起的声音感觉不仅取决于声压的大小,而且与声音频率的高低有关。人耳可以听到的声音在 $20 \sim 20\,000\text{ Hz}$ 的范围内。低于 20 Hz 的称为次声,高于 $20\,000\text{ Hz}$ 的称为超声,人耳是不可能听见次声和超声的。在可听频率范围内,上限频率随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 $16\,000\text{ Hz}$ 。

声音可以是单一频率的纯音,也可以是由各种频率组合而成的复合音。音叉振动发出的声音就是纯音,纯音听起来有明显的单一音调的感觉。而平时听到的声音,如语言、音乐等都是复合音。复合音听起来有多个音调的感觉。任何复杂的声音都可以看作是多个频率、振幅不同的纯音的叠加,它们的频率分布在较宽的可听频率范围内。若大多数纯音的频率都较高,这种组合产生的声音就称为高音;若大多数纯音的频率都在低频部分,则为低音;介于两者之间的称为中音。习惯上把 400 Hz 以下称为低音, $400 \sim 4\,000\text{ Hz}$ 称为中音, $4\,000\text{ Hz}$ 以上称为高音。由于可听频率在不同的场合有不同的范围,故高、中、低频均是相对而言的。

由于人耳对频率的辨别能力随频率的增高而减低,即同样是 20 Hz 的变化范围,在 100 Hz 时很容易辨别其变化,而在 $1\,000\text{ Hz}$ 时则不太明显,而在 $10\,000\text{ Hz}$ 时根本察觉不到有什么差别。因此,在音响技术中的频率坐标通常取对数刻度。

二、声波的传播特性

在传播过程中,声波从一种媒质入射到另一种媒质的分界面时,由于两种媒质的声学特性不同,会出现下列种种的现象。

1. 反射现象

声波的反射现象如图 1-1 所示。当声波在传播过程中碰到比空气密度大的物质(如坚硬的墙壁等)时,一部分声波的传播方向会发生改变而产生反射现象,其反射角等于入射角。与空气密度相比反射面的密度愈高,反射现象愈严重。另一小部分声波将透过墙壁继续前进。这种反射是有规则的反射。若声波的波长很短且反射面为凹凸不平的墙面时,会发生乱反射,又称漫反射现象。反之,当声波的波长较长时则不会出现这种现象。

2. 绕射现象

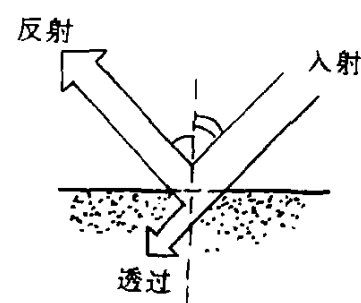


图 1-1 声波的反射现象

当声波遇到墙面或其它的物体时,部分声波能绕过障碍物的边缘前进。这种现象称为绕射。绕射与声波的波长和障碍物大小的比值有关。当波长较长时,容易产生绕射现象;波长较短时不会产生绕射。所以低频的声音在传播时没有方向性,而高频的声音传播时则有较强的方向性。

图 1-2 所示为声波的各种绕射现象。图(a)所示障碍物的尺度小于 $(1\sim5)\lambda$ (λ 为声波的波长),声波会绕过障碍物继续前进。这时听众即使坐在障碍物的后面,视线完全被挡住,但仍能听到来自声源的声音。图(b)所示是障碍物的尺度为 $(5\sim10)\lambda$,声波仍有一些绕射,但只限于局部范围,绕射后已产生明显的声影区,如果障碍物的尺度接近 30λ ,则声波几乎完全被遮挡。图(c)所示表明声波通过孔体时,有明显的绕射现象,洞口好似一个新的点声源。图(d)所示是当声波的频率很高,且通过孔体时,有较强的方向性。图(e)表示当声波沿墙壁传播到达转角时,一部分仍然继续向前透射传播,其余部分发生绕射和反射现象。

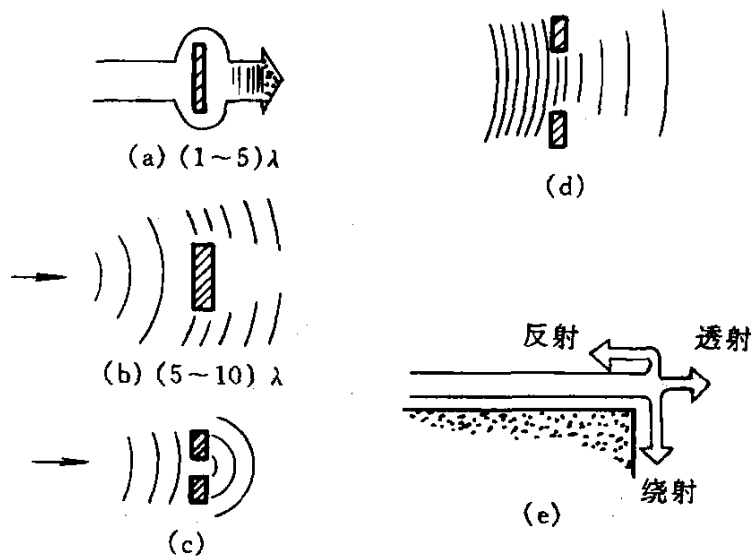


图 1-2 声波的绕射现象

3. 吸收与透过现象

当声音通过一些吸声材料时,吸声材料会吸收声能而产生振动,并把振动急剧变为热能。这种热能是很小的,因为被吸收的声能本身就很很小。一般来说,玻璃纤维、地毯、布帘和装修用的吸声多孔方砖等纤维状材料,具有较高的吸声能力,而水泥板、石膏、木头等硬质材料则吸声性能较差。实际上,所有的材料都或多或少地吸收声波,空气也会吸收声波,如图 1-3 所示。

透过是声波通过墙壁或吸声材料时发生的现象。实际上,所有的材料都或多或少地具有透过性。

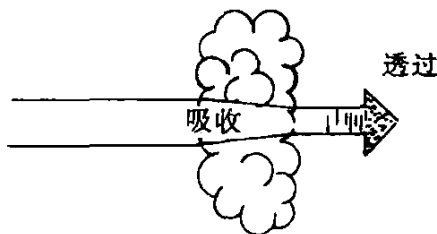


图 1-3 声波的吸收与透过

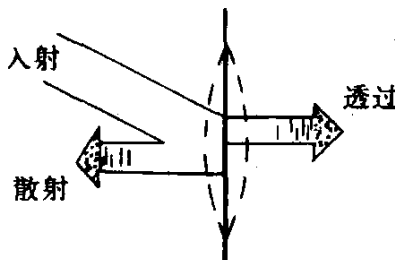


图 1-4 声波使木板发生谐振

4. 声谐振现象

当声波传播到物体上时,有时物体接收声波后会发生谐振现象,重新向物体的前后散射声波,同时物体会发出象皮鼓一样的响声。散射声波的方向与入射声波的角度无关,如图 1-4 所示。声谐振现象只在声波频率与物体的固有频率相等或相接近时才会产生。

日常生活中,墙壁常常同时发生反射、绕射、吸收、透过和声谐振等现象,只不过它们出现的比例不同,有些强烈,有些微弱而已。

5. 声干涉现象

声干涉是指一些频率相同的声波叠加后所发生的现象,如图 1-5 所示。如果这些声波的相位相同,即同一时刻处于相同的膨胀或压缩状态,则两个声波互相叠加而加强;若相位相反则叠加后会减弱;如果它们之间存在一定的相位差,则叠加后有增强也有减弱。声干涉的结果是使空间声场有一个固定的分布。

6. 声衰减现象

声音在传播过程中会产生衰减现象,这主要是因为声音向四周空间传播时,能量会随之向四周均匀扩散。另外,当声音在空气中传播时,由于空气媒质的粘滞性,使得媒质的质点运动时发生摩擦,把一部分声音变成热能消耗了。因此,声音的传播距离愈远,衰减愈严重。且声音的频率愈高,也愈容易产生衰减现象。

三、声音的特性

声音主要是通过音量、音调和音色这三要素来表现其特性的。在日常生活中,习惯用音量的大小、音调的高低和不同的音色来区分各种声音。这不仅与声音的声压、频率和频谱有关,而且也包括听了音者的心理和生理因素。

1. 音量

音量又称音强或响度。它是人耳对声音强弱的主观评价尺度,其客观评价尺度是声波的振幅。

音量的大小在声学上常采用响度级来表示,以区别不同音量的响度。响度级的定义,是将一个声音与 1 000 Hz 的纯音比较,当听起来两者一样响时,1 000 Hz 纯音的声压级数值就是这个声音的响度级。响度级的单位是方(phon)。

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似乎都差不多。但对低响度的声音信号,其感觉则有明显的差别。其中,对中频段 1~3 kHz 的声音,人耳的反应最灵敏;而对高、低频段的声,特点是对低频声反应迟钝,听起来其响度随着频率的增高(或降低)而减弱,且声音的响度愈小,这种现象愈明显。当声音频率增高到 20 kHz 以上或降低到 20 Hz 以下时,人耳便听不到了。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 20 kHz 左右,中年人可听到 16~18 kHz 左右,而老年人仅可听到 12~13 kHz。

人耳听觉特征的这一性质,常用等响度曲线来表示,如图 1-6 所示。等响度曲线反映了当声音响度不变时,声压与声音频率之间的关系。图中画出了 12 条不同响度级(0~120 方)的等响曲线。每条曲线代表一个响度级,并以 1 000 Hz 纯音作为参考音,每条曲线上各点的响度级

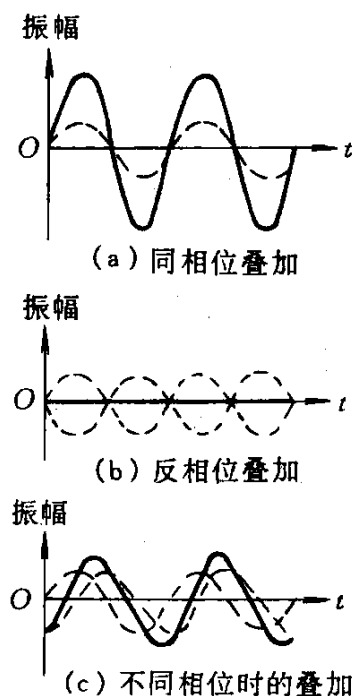


图 1-5 两同幅度声波的叠加

相等,听起来都一样响。以图中 20 方的等响曲线为例,这时曲线在参考点 1 000 Hz 的声压级为 20 dB,而对于 500 Hz 和 60 Hz 的纯音,其声压级则应分别提高到 25 dB 和 60 dB,才能得到相同的响度。

从等响曲线图中可以看出,当声压级为 40 dB 时,已经不能听到频率为 60 Hz 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 100 dB,那么对应于 1 000 Hz 和 100 Hz 的声音,几乎听不出其响度的变化,因为都处在同一等响曲线上。在曲线族的低频段,声压级越低,曲线的斜率越大,等响曲线间的间隔也越小。这说明在低频率、低声压级时,声压级有一点变化,会引起响度级很大的变化。如频率为 1 000 Hz 时,20 方和 60 方等响曲线之间声压级相差 40 dB;而 100 Hz 时这两条曲线只相差 20 dB。即 1 000 Hz 时由 40 dB 声压级差引起的响度差别,在 100 Hz 时只要 20 dB 的声压变化就可以引起同样的响度差别。而在曲线族的高频段,等响曲线的斜率与间隔几乎相同,故声压级变化时,响度级的变化几乎相同。在高声压级时,等响曲线近似为一条水平线,即等响度的各频率声音的声压级基本相同。

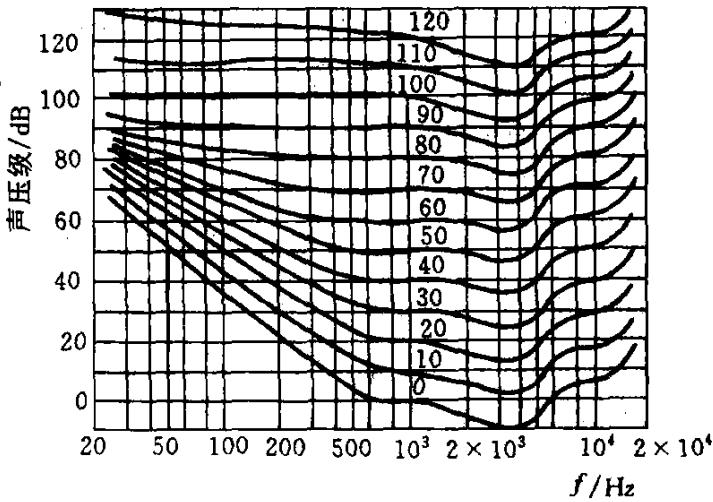


图 1-6 等响度曲线

等响度曲线概念在高保真放声技术中是十分有用的。当重放音乐节目时,如果把声音的响度控制在 80 方左右,这时会感觉到声音的高、低音都很丰满;如果把响度减小,特别是低声压级的情况下,即使节目中包含有丰富的高、低音成分,但也会感到高、低音都减少了,整个频带变窄了,低音几乎听不出来了。这种情况并非是放音设备出了毛病,而是人耳听觉所造成的。为了防止低响度时高、低频下跌的问题,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,而当高响度时则不作提升。

2. 音调

音调又称音高,是人耳对声音调子高低的主观评价尺度。它的客观评价尺度是声波的频率。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,它还与声压和波形有关。一般说,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。例如,把频率增加一倍(一个倍频程),从 100 Hz 变到 200 Hz,或从 2 000 Hz 变到 4 000 Hz,从音调上的听觉感受都是一样的(高八度)。

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,听起来音调也略有不同。这是由于当声压较大时,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,高、低频段则较差。对于 1 kHz 左右的声音,一般人可分辨出 2~3 Hz 的变化,而对经过专业训练的钢琴调音师来说则可以分辨出 1 Hz 左右的变化。

每一种声音的音调,是由该声音的基波(又称基音)频率所决定的。除了基频外,还有与基频成整数倍关系的各次谐波(常称泛音)。这些谐波决定了声音的音色。

人们常听的音乐是由各种乐器共同演奏而成的。而乐器的种类繁多,仅就振动部分的性质来分,就有弦乐器、管乐器和打击乐器等三大类。各种乐器的基音和泛音分布是不一样的。如钢琴,它的基音较多而泛音较少;小提琴、三角铁等,则含有较丰富的泛音。图 1-7 所示为管弦乐器的基音频率范围,其中基音频率范围最宽的要算钢琴了。

综上所述,放音设备要忠实地重放各种乐器的原音,就必须具有较宽的频率范围,至少应能覆盖所有乐器的基音和泛音音域。

3. 音色

音色又称音品。它是发音体所特有的,主要由所发声音的泛音成分(频率和波形)所决定。例如用风琴和手风琴演奏同一支曲子,即使音调和音量完全相同,人们也能区别出它们不同的音色。前者音色圆润、柔和,后者音色清脆、明亮。这是因为风琴采用铜簧、手风琴采用钢簧作发音体,它们发出声音的泛音是不一样的。这些泛音的组成比例(频谱)和波形包络赋予每种乐器以特有的音色。小提琴的泛音十分丰富,说明它具有多次的谐波成分,如图 1-8 所示。

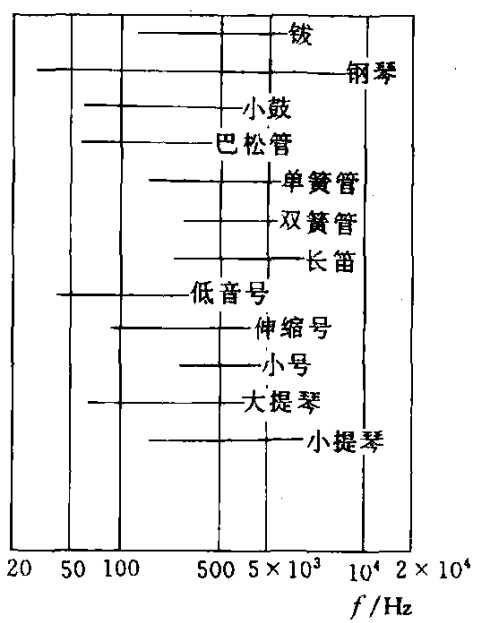


图 1-7 管弦乐器的基音频率范围

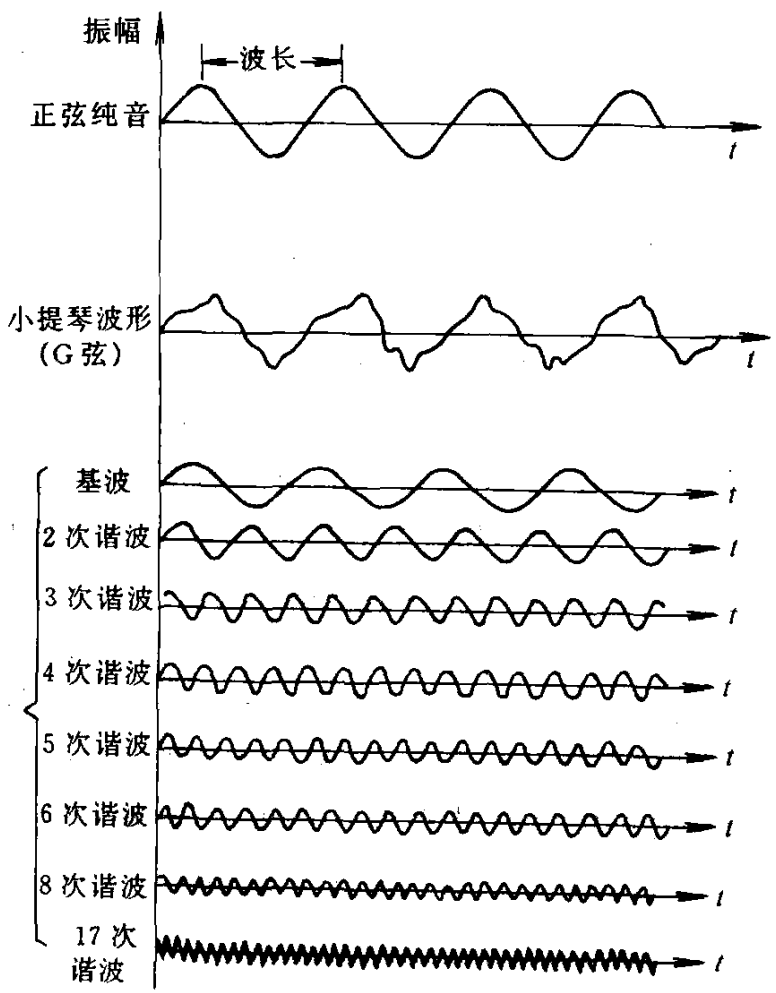


图 1-8 小提琴的波形和谐波成分

为了达到高保真放音的目的,必须尽量保持原来的音色。过分增大或减小声音中的某些频率成分都会改变音色,降低高保真度。不过,人们有时也会按照不同的要求、爱好来改变音色。例如在重放音乐时,常常通过设备提升高、低音,使高、低频声音更加丰富,声音也更清脆、浑厚动听,这实际上就是调整了音色。

综上所述,人们在评价乐音和语音的音量,音调和音色时,应该具有波形的物理概念。如图 1-9 所示,声音轻、响指振幅大小,如图(a)所示;音调高、低即频率高低,如图(b)所示;音色不同

指波形和所含谐波(泛音)成分各异,如图(c)所示。

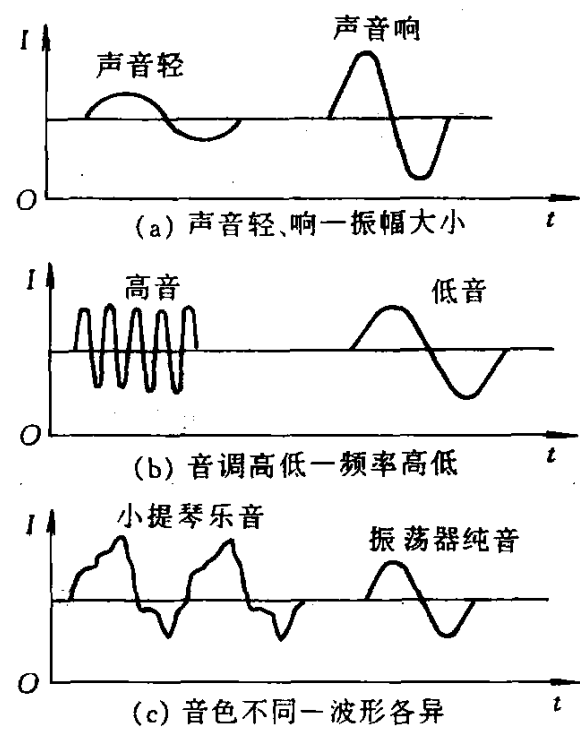


图 1-9 声音的性质和波形

四、回声与混响

声音产生以后,其能量不会自行消失,只是在多次传播反射过程中,由于空气质点相互间以及与障碍面之间的不断摩擦,才被逐渐吸收消耗,最后不复存在。一般的声大都能持续几十毫秒的时间。在听音过程中,若两个相同的声出现的时间差小于 50 ms,一般是分不出来的,只能感觉到音色和音量的变化;若两个声的时间差大于 50 ms,则在听觉上可以感觉出来;若时间差大于 100 ms,则可清楚地进行区别。

当人们在山谷中大声喊叫时,会因声波受四周群山的反射而听到重声(又称回音)。这是因为声波在传播过程中,如遇到障碍物会发生反射现象。当反射大于被反射声波的波长,且反射声与直射声的时间差大于 100 ms 时,人们可以听到这种反射回来的声波。声波在空气中的传播速度约为 340 m/s。因此回声与直射声的时间差为

$$\text{时间差} = \frac{a + b - c}{340} \text{ (秒)}$$

- 式中, a ——声源到障碍面之间的距离;
- b ——听音者与障碍面之间的距离;
- c ——声源与听音者之间的距离。

如图 1-10 所示,为了能清楚地听到回声,障碍物与声源和听音者至少要相距 17 m 以上。

如果声波从很多适当位置的反射面反射,在一段时间内会听到很多互相重叠的回声,这种现象称为混响。例如当室内的声音达到稳定状态而突然停止时,

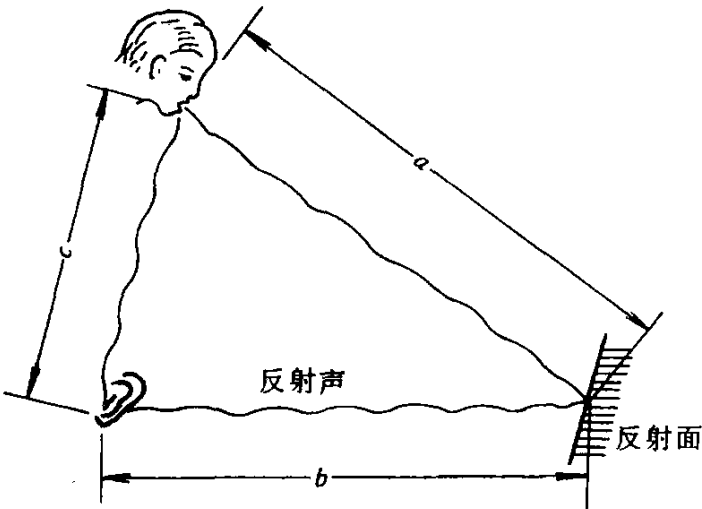


图 1-10 声波的反射和时间差

在较短一段时间内仍能听到声音,这就是混响。从声音停止到室内声音强度减弱到原来的千分之一(即声压衰减 60 dB)。这段持续时间称为混响时间。一个房间的混响时间与房间的各反射面和物体的总吸声性能有关。总吸声性能越好,总反射性能就越差,房间的混响时间就越短,反之则越长。同时,厅室容积愈大,混响时间愈长。

适当的混响时间可以增加听觉上的丰满感。若混响时间过短,会感到宛如置身于旷野之中,声音干涩单调,枯燥无味,缺乏生气。但混响时间过长,又会使声音混杂不清,甚至无法辨别。

根据用途的不同,对各种厅室的混响时间有不同要求。例如,用于语言会话时着重清晰度,字句不能有混浊感,混响时间应较短;而对于音乐厅,为了体现音乐的雄伟气势和旋律的缓慢变化,令人感到声音丰满厚实,则要求有较长的混响时间。图 1-11 所示为一般的语言播音室与听音室的最佳混响时间推荐值。

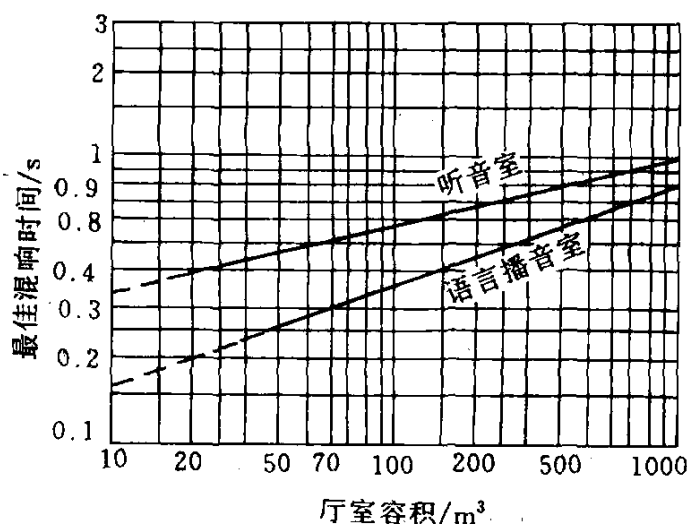


图 1-11 最佳混响时间推荐值

五、噪声与掩蔽效应

噪声是声音传播过程中的大敌。它对语言的清晰度产生直接的干扰,妨碍人们辨别语言中某些关键的单音,使语言听不清楚,严重时甚至会使人感到烦躁不安。

当两个强度不同的声音同时出现时,强度大的声音会把强度小的声音淹没掉,人耳则只能听到强度大的声音而听不到强度小的声音,这一现象称之为掩蔽效应。

噪声对语言信号具有掩蔽效应。它与噪声的声压、频率成分和频谱分布有密切的关系。一般说来,低音调的声音,特别是响度较大的,对高音调声音有比较显著的掩蔽作用;而高音调声音对低音调声音的掩蔽作用则较小。此外,掩蔽音和被掩蔽音的频率越接近,掩蔽作用越明显,当它们的频率相同时,掩蔽作用最大。

第二节 高保真音响设备的一般组成

在现实生活中,常常要对微弱的声音信号进行放大,并如实地重放出来。只要重放的声音能基本保持原来的方位及其现场效果,便会使听者获得身临其境的感觉。完成这一工作的设备通常称为音响设备。

一、高保真度

高保真度的英语原词是“High - Fidelity”, 简称为“Hi - Fi”。音响设备能如实地反映声音信号的本来面貌, 称为高保真。而高保真度则是评价一个高质量的音响设备在如实地记录、放大、传输和重现原有声源过程中的基本能力的指标。

具有高保真度的音响设备, 要能准确如实地记录、放大和重放声音信号的音量、音调和音色, 力图恢复声源音质状况的原来面貌, 必要时还可以根据艺术的需要, 对声音信号进行加工、修饰处理, 使之更为逼真并加以美化, 以得到预期的艺术效果。对于立体声系统, 还要能记录和重现声源的位置以及声源周围的空间特性(如背景、混响声、反射声等)。

要实现声音的高保真重放, 必须五方面共同配合。它包括: ① 传输制式。它分为单声道、分频道、立体声等; ② 信号源。即收音调谐器、电唱盘、CD 机、录音座、话筒等; ③ 传输电路。它指输入均衡补偿、音调控制、等响度控制、通频带控制、功率放大等; ④ 放音系统。它包括分频网络、扬声器及扬声器箱等; ⑤ 录、放音的现场环境条件等。

对音响设备重放声音的评价, 既是一个技术问题, 也是一个艺术问题。一般来说, 对语言要清晰、自然、易懂; 对音乐则要丰满、纤细、平衡、融洽, 还要音域宽、动态大, 低音厚实有力, 中音明亮悦耳, 高音色彩丰富, 听起来使人感到亲切、和谐, 有层次感和空间感。在音乐成分中, 低音、中音、高音都是十分重要的, 缺一不可。其各个频段成分的作用可概括为: 低音(150 Hz 以下)是基础, 中低音(150 ~ 500 Hz)是力度, 中高音(500 ~ 5 000 Hz)是亮度, 高音(5 kHz 以上)是色彩。音乐中功率主要集中在中频段, 但对于 7 kHz 以上的高音, 虽然功率很小, 但它突出反映了不同乐器的特有风味, 在高保真的放音过程中是很重要的分量。所以, 一个好的高保真音响设备应能无畸变地、如实地记录和重放整个音频范围的声音。

然而, 高保真应包含客观评价和主观评价两方面。音响设备的电气性能指标, 固然能在客观上表明高保真度, 可是现有的对音响设备的客观测量技术, 还不足以表明事物的全部, 有时与主观的听音评价结果不一致。因此, 音响设备的客观评价固然重要, 但更重要的还是主观评价。所以, 音响设备的高保真应该是建立在客观测试的基础上, 得到大多数具有高度听感者确认的音质, 也可以把它重放的声音与现场演奏的音乐进行比较评价。

二、高保真音响设备的组成

一般高保真音响设备的基本结构方框图如图 1-12 所示。一套完整的音响设备, 应包括信号源、扩音机和放音系统(扬声器)等三大部分。其中, 由信号源送来的各种节目信号, 经扩音机进行加工、放大, 取得足够的功率去推动扬声器工作, 放出与原来声源相同且响亮得多的声音。同时声音还要经过所在场所的空间, 才能送给听众欣赏, 所以听音场所的音响条件对音质也有影响, 不能忽视。

1. 信号源

常见的信号源有收音(AM、FM)调谐器、电唱盘、CD 唱盘、磁带录音座、话筒和线路输入等几种。如要重放立体声, 应采用立体声信号源。收音调谐器的作用是把电台广播的节目接收下来, 通过检波器(AM)或鉴频器(FM)还原为音频信号, 再送给扩音机。为了提高所接收节目的质量, 往往着重考虑接收调频(FM)和中波调幅(AM)波段的广播。特别是调频波段, 具有频响