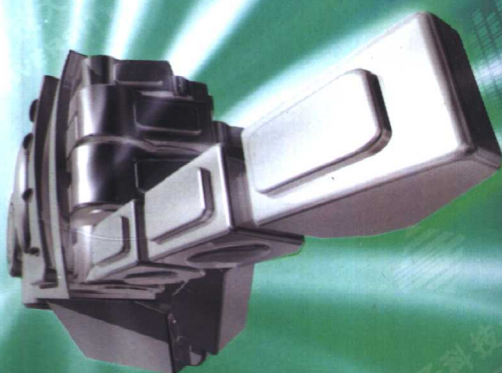




面向

21世纪

高级应用型人才

中国高等职业技术教育研究会推荐
高职高专系列教材

调音技术

肖昶 编著

谭耀辉 主审

西安电子科技大学出版社
<http://www.xduph.com>

□ 中国高等职业技术教育研究会推荐

高职高专系列教材

调 音 技 术

肖 昶 编著

谭耀辉 主审

西安电子科技大学出版社

2004

内 容 简 介

本书是根据高等职业技术教育电子声像及与其相近专业的实训教学的基本要求编写的。

全书共7章,分别介绍了调音技术基础知识,调音技巧,常用专业音响设备的操作使用,专业音响系统的整体操作调校,家庭音响系统,常用音响设备的维护保养,室内声学测量。为了使读者对“音响调音员”职业技能鉴定有一定的了解,附录还给出了试题样例。

本书可作为高职或大专电子类或声像专业学生的实训教学用书,也可作为音响工作者和广大音响爱好者的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

调音技术/肖昶编著. —西安:西安电子科技大学出版社,2004.2

(高职高专系列教材)

ISBN 7-5606-1345-4

I. 调… I. 肖… III. 音频设备—电声技术—高等学校:
技术学校—教材 IV. TN912.271

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 118616 号

策 划 马武装

责任编辑 王素娟 马武装

出版发行 西安电子科技大学出版社(西安市太白南路2号)

电 话 (029)88242885 88201467 邮 编 710071

http://www.xduph.com E-mail: xdupfxb@pub.xaonline.com

经 销 新华书店

印刷单位 陕西光大印务有限责任公司

版 次 2004年2月第1版 2004年2月第1次印刷

开 本 787毫米×1092毫米 1/16 印张 15.25

字 数 354千字

印 数 1~4 000册

定 价 16.00元

ISBN 7-5606-1345-4/TN·0253(课)

XDUP 1616001-1

* * * 如有印装问题可调换 * * *

本社图书封面为激光防伪覆膜,谨防盗版。

序

1999 年以来,随着高等教育大众化步伐的加快,高等职业教育呈现出快速发展的形势。党和国家高度重视高等职业教育的改革和发展,出台了一系列相关的法律、法规、文件等,规范、推动了高等职业教育健康有序的发展。同时,社会对高等职业技术教育的认识在不断加强,高等技术应用型人才及其培养的重要性也正在被越来越多的人所认同。目前,高等职业技术教育在学校数、招生数和毕业生数等方面均占据了高等教育的半壁江山,成为高等教育的重要组成部分,在我国社会主义现代化建设事业中发挥着极其重要的作用。

在高等职业教育大发展的同时,也有着许多亟待解决的问题。其中最主要的是按照高等职业教育培养目标的要求,培养一批具有“双师素质”的中青年骨干教师;编写出一批有特色的基础课和专业主干课教材;创建一批教学工作优秀学校、特色专业和实训基地。

为解决当前信息及机电类精品高职教材不足的问题,西安电子科技大学出版社与中国高等职业技术教育研究会分两轮联合策划、组织编写了“计算机、通信电子及机电类专业”系列高职高专教材共 100 余种。这些教材的选题是在全国范围内近 30 所高职高专院校中,对教学计划和课程设置进行充分调研的基础上策划产生的。教材的编写采取公开招标的形式,以吸收尽可能多的优秀作者参与投标和编写。在此基础上,召开系列教材专家编委会,评审教材编写大纲,并对中标大纲提出修改、完善意见,确定主编、主审人选。该系列教材着力把握高职高专“重在技术能力培养”的原则,结合目标定位,注重在新颖性、实用性、可读性三个方面能有所突破,体现高职教材的特点。第一轮教材共 36 种,已于 2001 年全部出齐,从使用情况看,比较适合高等职业院校的需要,普遍受到各学校的欢迎,一再重印,其中《互联网实用技术与网页制作》在短短两年多的时间里先后重印 6 次,并获教育部 2002 年普通高校优秀教材二等奖。第二轮教材预计在 2004 年全部出齐。

教材建设是高等职业院校基本建设的主要工作之一,是教学内容改革的重要基础。为此,有关高职院校都十分重视教材建设,组织教师积极参加教材编写,为高职教材从无到有,从有到优、到特而辛勤工作。但高职教材的建设起步时间不长,还需要做艰苦的工作,我们殷切地希望广大从事高等职业教育的教师,在教书育人的同时,组织起来,共同努力,编写出一批高职教材的精品,为推出一批有特色的、高质量的高职教材作出积极的贡献。

中国高等职业技术教育研究会会长

李宗尧

IT 类专业系列高职高专教材编审专家委员会名单

主 任: 高 林 (北京联合大学副校长, 教授)

副主任: 温希东 (深圳职业技术学院电子通信工程系主任, 教授)

李卓玲 (沈阳电力高等专科学校信息工程系主任, 教授)

李荣才 (西安电子科技大学出版社总编辑, 教授)

计 算 机 组: 组长: 李卓玲(兼) (成员按姓氏笔画排列)

丁桂芝 (天津职业大学计算机工程系主任, 教授)

王海春 (成都航空职业技术学院电子工程系副教授)

文益民 (湖南工业职业技术学院信息工程系主任, 副教授)

朱乃立 (洛阳大学电子工程系主任, 教授)

李 虹 (南京工业职业技术学院电气工程系副教授)

陈 晴 (武汉职业技术学院计算机科学系主任, 副教授)

范剑波 (宁波高等专科学校电子技术工程系副主任, 副教授)

陶 霖 (上海第二工业大学计算机学院教授)

徐人凤 (深圳职业技术学院计算机应用工程系副主任, 高工)

章海鸥 (金陵科技学院计算机系副教授)

鲍有文 (北京联合大学信息学院副院长, 副教授)

电子通信组: 组长: 温希东(兼) (成员按姓氏笔画排列)

马晓明 (深圳职业技术学院电子通信工程系副主任, 副教授)

于 冰 (宁波高等专科学校电子技术工程系副教授)

孙建京 (北京联合大学教务长, 教授)

苏家健 (上海第二工业大学电子电气工程学院副院长, 高工)

狄建雄 (南京工业职业技术学院电气工程系主任, 副教授)

陈 方 (湖南工业职业技术学院电气工程系主任, 副教授)

李建月 (洛阳大学电子工程系副主任, 副教授)

李 川 (沈阳电力高等专科学校自动控制系副教授)

林训超 (成都航空职业技术学院电子工程系主任, 副教授)

姚建永 (武汉职业技术学院电子信息系主任, 副教授)

韩伟忠 (金陵科技学院龙蟠学院院长, 高工)

项目总策划: 梁家新

项目策划: 马乐惠 云立实 马武装 马晓娟

电子教案: 马武装

前 言

本书是根据高等职业技术教育电子声像及与其相近专业的实训教学的基本要求编写的。其目的是使学生获得有关音响系统设备的基本理论知识、操作使用的方法以及系统调音技巧的实用技能,同时为学生能够通过国家“音响调音员”职业技能鉴定打下一定的基础。

本书紧扣高职教育“理论够用,能力为本,面向应用型人才培养”的理念,在编写过程中,一切从实践出发,紧密联系实际,同时避免大篇幅的理论叙述,力求以精炼、准确和通俗易懂的文字阐明必要的基础理论,尽量详细地以实际中可能出现的问题或例子阐述调音的操作技巧。

全书共7章,参考学时为40学时。

本书可作为高职或大专电子类、声像专业学生的实训教学用书,也可作为音响工作者和广大音响爱好者的参考书。本书除了介绍音响系统的调音技巧外,还对家庭音响系统作了一定程度的介绍,同时还简略介绍了室内声学的测量。为了使读者对“音响调音员”职业技能鉴定有一定的了解,本书附录还给出了试题样例。

由于编者水平有限,错误在所难免,敬请读者批评指正。

编 者

2003年12月

目 录

第 1 章 调音技术基础知识	1
1.1 频率、频谱、倍频程及相位	1
1.2 声压及声压级	3
1.3 反射、绕射及干涉	3
1.4 分贝的概念	5
1.5 延时、混响及平均自由程	8
1.6 功率	9
1.7 立体声概念	10
习题一	12
第 2 章 调音技巧	13
2.1 声音的三要素对调音的影响	13
2.1.1 响度及其对调音的影响	13
2.1.2 音调及其对调音的影响	15
2.1.3 音色及其对调音的影响	15
2.2 听力对调音的影响	16
2.3 室内环境及其对调音的影响	16
2.3.1 室内环境声学	16
2.3.2 室内声场的组成对调音的影响	21
2.3.3 室内传输响应对调音的影响	22
2.4 人耳的听觉效应及其对调音的影响	26
2.4.1 掩蔽效应及其对调音的影响	26
2.4.2 哈斯效应及其对调音的影响	28
2.5 音质的评价	29
2.6 常见乐器的频率特性	34
2.7 乐队的布局及乐器的拾音	37
2.7.1 乐队的类型	37
2.7.2 乐队的布局	38
2.7.3 乐器的拾音	39
2.8 人声的拾音	41
2.9 对人声的调音	42
2.9.1 对主持人的调音	42
2.9.2 对歌手的调音	42
2.9.3 对童声的调音	44

2.10 伴奏音乐与歌声的比例	44
2.11 音乐酒廊与咖啡厅的调音	45
2.12 摇滚乐的调音	46
2.13 声像的统一协调	47
习题二	48
第3章 常用专业音响设备的操作使用	49
3.1 音响系统的组成	49
3.2 音响系统的配接	50
3.2.1 配接的原则	50
3.2.2 音响系统接插件及其接法	51
3.2.3 音响设备间的连接	53
3.2.4 设备间配接的灵活运用	56
3.3 音响设备的操作使用	58
3.3.1 调音台	58
3.3.2 效果器	66
3.3.3 激励器	81
3.3.4 压限器	83
3.3.5 扩展器与噪声门	87
3.3.6 声反馈抑制器	89
3.3.7 均衡器	94
3.3.8 分频器	99
3.3.9 功率放大器	102
3.3.10 话筒、扬声器及音箱	107
3.3.11 迪斯科舞厅 CD 打碟系统介绍	123
习题三	126
第4章 专业音响系统的整体操作调校	127
4.1 音响系统的基本操作	127
4.2 音响系统的系统调校	128
4.2.1 音量调控	128
4.2.2 压限调控	131
4.2.3 频率均衡调控	132
4.2.4 混响调控	136
4.2.5 立体声扩声的校准和调整	138
4.2.6 演出过程中调音员应注意的问题	140
4.3 普通重放音响系统现场录音的连接与调校	141
习题四	143
第5章 家庭音响系统	144
5.1 家庭 AV 系统	144
5.2 家庭影院系统	144

5.2.1 环绕声系统	145
5.2.2 THX 家庭影院系统	149
5.2.3 DTS 数字影院系统	151
5.2.4 多媒体家庭影院系统与双声道环绕声系统	152
5.2.5 DSP 数字声场处理系统	156
5.2.6 HDCD 技术	157
5.3 家庭影院的布局与调校	159
5.3.1 室内声学环境的影响	159
5.3.2 音箱的摆放	159
5.3.3 家庭影院系统音频和视频的调校	161
习题五	163
第 6 章 常用音响设备的维护保养	164
6.1 一般常见故障的诊断	164
6.1.1 故障检查	164
6.1.2 常见故障	164
6.1.3 检修时应注意的问题	166
6.2 音响设备的维护保养措施	167
习题六	168
第 7 章 室内声学测量	169
7.1 室内声学的基本概念	169
7.2 厅堂音质的测量	174
7.3 厅堂扩声特性的测量	176
7.3.1 传输频率特性的测量	176
7.3.2 传声增益的测量	177
7.3.3 反馈系数的测量	178
7.3.4 最大声压级的测量	178
7.3.5 系统失真的测量	179
习题七	181
附录 A 专业音响常用技术用语	182
附录 B Hi-Fi 音响领域常用的技术用语	197
附录 C 电子合成器专业词汇详解	209
附录 D 中华人民共和国文化行业标准(歌舞厅扩声系统的声学特性指标)	214
附录 E 中华人民共和国文化行业标准(歌舞厅照明及光污染限定标准)	217
附录 F 音响调音员职业技能鉴定规范	219
附录 G 音响调音员试题样例	225
参考文献	233

第1章 调音技术基础知识

要学好调音技术,需要掌握音响技术的一些基本概念和基础知识,只有对声音(波)的一些特性有一个基本了解之后,才能通过分析基本原理来解决操作中出现的许多新问题,才能在调音技术上登上一个新台阶。

1.1 频率、频谱、倍频程及相位

1. 频率

频率是电学和声学中的一个基本量。很多声学量都与频率有关,传声器灵敏度的校正、电声换能器频率特性的测量、厅堂音质的鉴定以及信号的分析都离不开频率。

频率是单位时间内信号振动的次数,一般用 f 表示,单位是赫兹(Hz)。

$$1 \text{ Hz(赫兹)} = 10^{-3} \text{ kHz(千赫兹)} = 10^{-6} \text{ MHz(兆赫兹)}$$

在声学和电学领域里,频率一般是指正弦波信号的频率。任何信号都可以认为是各种频率的正弦波叠加,或者说任何信号都含有正弦波的各种频率成分。人们通过对各种频率成分含量的分析,可以了解该信号的许多特性。例如,人的声音信号可以分解为各种频率正弦信号的叠加,通过频谱分析我们可以知道,男声的高频成分要比女声的高频成分少且幅度小,男声的低频成分要比女声的低频成分多且幅度大,故男声声音较低沉浑厚,女声声音较尖细。由此可见,对信号频率的分析是非常重要的。

人耳可听到的频率范围是 20 Hz~20 kHz。当然这只是一个大概的范围,每个人实际上听到的频率范围并不相同,一般来讲,青年人要比老年人听到的频率范围要宽,因为随着年龄的增长,人耳对高频声的听力会逐渐降低。

频率低于 20 Hz 的声波称为次声波;频率高于 20 kHz 的声波称为超声波。对于次声波和超声波,人耳是听不见的。

声音可以是单一频率的声音,称为纯音;而包含有几种不同成分的声音,则称为复合音。大多数的声音是由多个频率成分组合而成的复合音,如语言、音乐或噪声大多是复合音。复合音都可以分解为许多纯音之和。如果复合音的大多数纯音都集中在高频部分,就称为高频声;集中在低频部分,就称为低频声。当然,所谓高频声和低频声都是相对而言的,我们习惯上把频率低于 60 Hz 的声音称为超低音,把 60~200 Hz 的声音称为低音,把 200 Hz~1 kHz 的声音称为中音,把 1~5 kHz 的声音称为中高音,而把 5 kHz 以上的声音统称为高音。在复合音分解的信号中,频率最低的一个纯音成分称为基音;比基音频率高整数倍的纯音成分称为泛音。按频率从低到高依次称为第一泛音(谐波)、第二泛音和第三泛音等等,如图 1-1 所示。

10/10/01

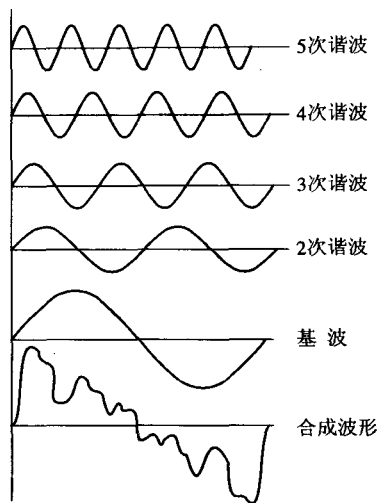


图 1-1 复合音分解示意图

2. 频谱

频率是对声音进行描述的一个基本参量，它在时间上是连续的；而频谱分析则是对声音进行更为详细描述的一个重要手段。声音的频谱在时间上是离散的；声音(复合音)的频谱结构是用基频、谐频(泛音)数目、各谐频幅度大小及相位关系来描述的。每个人的声音都有自己非常特别的惟一的频谱结构，即每个人的声音都有自己的特色，正是因为这一特色的存在，我们才常常能从电话的声音里立即听出是谁在同自己讲话。

3. 倍频程

倍频程是声学中常用到的一个概念，可由下式表示：

$$n = \lg \frac{f_Q}{f_P}$$

式中， f_P 为基准频率； f_Q 为求倍频程数的信号频率； n 为倍频程数，可正可负，也可以是分数或整数。

频段的划分一般以倍频程为刻度单位。在音乐中，将一倍频程分为八度，即频率每提高一倍，音调提升八度。

4. 相位

相位是电学和声学的另一个基本量。在音响系统中，音质的改变与声音信号的相位有很大的关系，许多环绕声处理器(尤其是双声道环绕声处理器)就是通过一系列的处理过程，对声音的相位进行了相应的改变最后进行合成而形成的。另外，音响系统中设备的调整、连接等也和相位有诸多的关联。

例如，若有一声音(单频)信号为

$$u = U_m \sin(\omega t + \varphi)$$

则称 $\omega t + \varphi$ 为相位角，称 φ 为初相角。若有两个同频声音信号：

$$u_1 = U_{m1} \sin(\omega t + \varphi_1)$$

$$u_2 = U_{m2} \sin(\omega t + \varphi_2)$$

则称 $\Delta\varphi = (\omega t + \varphi_1) - (\omega t + \varphi_2) = \varphi_1 - \varphi_2$ 为 u_1 相对于 u_2 的相位差。其中：

若 $\Delta\varphi > 0$ ，则 u_1 超前 u_2 一个 $\Delta\varphi$ ；

若 $\Delta\varphi < 0$ ，则 u_1 滞后 u_2 一个 $\Delta\varphi$ ；

若 $\Delta\varphi = 0$ ，则 u_1 与 u_2 同相；

若 $\Delta\varphi = \pi/2$ ，则 u_1 与 u_2 正交；

若 $\Delta\varphi = \pi$ ，则 u_1 与 u_2 反相。

1.2 声压及声压级

1. 声压

大气静止时存在一个压力，称为大气压。当有声音在空气中传播时，局部空间产生压缩或膨胀，在压缩的地方压力增加，在膨胀的地方压力减小，于是就在原来的静止气压上附加了一个压力的起伏变化。这个由声波引起的交变压强称为声压，一般用 p 表示，单位是 Pa(帕)。

声压的大小反映了声音振动的强弱，同时也决定了声音的大小。在一定时间内，瞬时声压对时间取均方根值后称为有效声压。用电子仪器测量得到的通常是有效声压，人们习惯上讲的声压实际上也是有效声压。

声压是一个重要的声学基本量，在实际工作中我们经常会用到，例如，混响时间是通过测量声压随时间的衰减来求得的；扬声器频响是扬声器辐射声压随频率的变化；声速则常常是利用声压随距离的变化(驻波表)间接求得的。

2. 声压级

人耳有一个很奇怪的特点，其主观感受的响度并不正比于声压的绝对值，而是大致正比于声压的对数值。同时，人耳能听到的最低声压(听阈值)到人耳感觉到疼痛(痛阈值)的声压之间相差近一百万倍，因此用声压的绝对值来表示声音的强弱显然也是很很不方便的。基于以上两方面的原因，我们常用声压的相对大小(称声压级)来表示声压的强弱。声压级用符号 L_p 表示，单位是分贝(dB)，可用下式计算：

$$L_p = 20 \lg \frac{P}{P_{\text{ref}}}$$

式中， P 为声压有效值； P_{ref} 为参考声压，一般取 2×10^{-5} Pa，这个数值是人耳所能听到的 1 kHz 声音的最低声压，低于这一声压，人耳就再也无法觉察出声波的存在了。

1.3 反射、绕射及干涉

1. 反射

声波从一种媒质进入另一媒质的分界面时，会产生反射现象。例如，声波在空气中传播时，若遇到坚硬的墙壁，一部分声波将反射。如图 1-2(a)所示，反射角等于入射角时，反射声波好像从墙后的另一声源 S' 发出来一样， S' 称为声像。声像 S' 与声源 S 到墙壁的距离相等。

当声波遇到凹面墙时，反射现象如图 1-2(b)所示。声源 S 发出的声波经凹面墙后集

中到一点 S' ，称为声波的聚焦。当声波遇到凸面时，将产生扩散反射现象，如图 1-2(c) 所示。

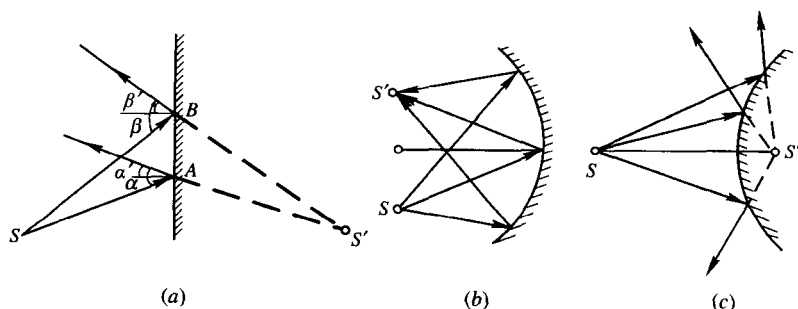


图 1-2 反射现象

当声波遇到障碍物时，除了产生反射现象外，还有一部分声波将进入障碍物，称为折射。障碍物吸收声波的能力与其特性有关。

声波的反射与折射现象是听音环境设计中需要考虑的问题。演播室、听音室、歌剧院和电影院中凹凸不平的墙面，就是为了使声波产生杂乱反射以形成均匀声场，并让墙壁吸收一部分能量，使这些空间具有适当的混响时间。

2. 绕射

当声波遇到障碍物时，会有一部分声波绕过障碍物继续向前传播，这种现象称为绕射。绕射现象示意如图 1-3 所示。绕射的程度取决于声波的波长与障碍物大小之间的关系。若声波的波长远大于障碍物长度尺寸，则绕射现象非常显著；若声波波长远小于障碍物长度尺寸，则绕射现象较弱，甚至不发生绕射。因此，对于同一个障碍物，频率较低的声波较易绕射，而频率较高的声波不易绕射。

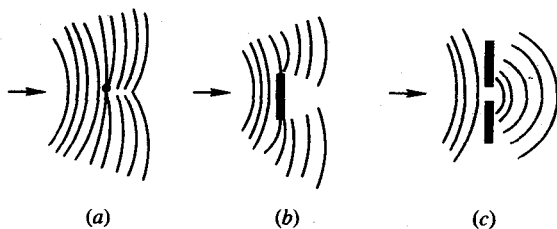


图 1-3 绕射现象

(a) 圆柱障碍；(b) 墙板障碍；(c) 洞孔

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。

由于绕射和反射的共同作用，从没有关严的门缝里传播到房间中的声波几乎和门打开时的不相上下。

3. 干涉

两个频率相同、振动方向相同且步调一致的声源发出的声波相互叠加时就会出现干涉现象。如果它们的相位相同，两声波叠加后其声强加强，反之，如果它们的相位相反，两声

波叠加后便会相互减弱,甚至完全抵消,如图1-4所示。由于声波的干涉作用,常使空间的声场出现固定的分布,形成波腹和波节,即出现通常所说的驻波。驻波是干涉的一种特殊情况。顾名思义,驻波有声波向前传播的运动,也有不向前传播的运动。当两个频率相同、振幅相等、方向相反的正弦波同时存在时,由于它们的叠加,就变成了不传播的驻波。此时,空气的某些质点由于两个声波的振幅相反,叠加后为零而不运动,称为波节;而另一些质点在其中心位置振动,振幅最大(等于两个声波的振幅之和),称为波腹。在波节和波腹之间的各点,质点运动规律处于波节与波腹的运动规律之间。

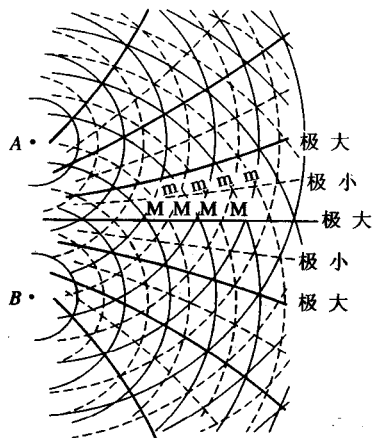


图1-4 干涉现象示意图

造成声波干涉的条件是经常可以遇到的,下面以两只扬声器播放同频率声音的情况为例来说明:

(1) 当两只扬声器在同相位状态下振动发声时,由于等距关系,声波到达两扬声器之间中轴线上的各点时总是处在同相位状态,于是来自两只扬声器的声波在该处相互加强。

(2) 当两只扬声器在反相位状态下振动发声时,情况正好相反,声波到达两扬声器之间中轴线上的各点时总是处在反相位状态,于是来自两只扬声器的声波在该处相互抵消,导致两只扬声器不如一只扬声器的声音大。

这就告诉我们,连接音箱和功放时一定要保持它们正负极性的一致性,否则就会出现上述的第二种情况。当然,对于立体声系统而言,这样的结果往往还会导致声像定位不准,即声源有“飘忽”的感觉。

1.4 分贝的概念

在电声技术中,表达放大器的增量、音响大小、噪声程度、传输线的衰减等时,要用到dB(分贝)这一计量单位,尤其是在功率与功率之间或电压(流)与电压(流)之间作比较时,是用dB(分贝)表示来进行比较的。当我们用分贝表示功率、电压、电流的大小时,就是声功率级 L_w 、声电压级 L_p 和声强级 L_I 以及级差 ΔL 。将庞大的电压值、功率值和电流值用分贝来表示,可以在比较小的数量范围里很方便地进行计算。

1. 功率和分贝的关系

分贝是一个相对值，而不是一个绝对值，这在前面讲解声压级的概念时就已经涉及到。分贝值是先选择一个参考值，然后再把需要表示的绝对值与这个参考值进行比较而得出的相对量。比如，选择参考功率值 $P_0=1\text{ W}$ ， P_1 是需要表示的功率值，那么

$$\text{贝尔} = \lg \frac{P_1}{P_0} (\text{贝尔即 Beil, 是人名, 用符号 B 表示})$$

由这个公式可知，贝尔是功率比值的常用对数。在实际使用中，由于贝尔的单位太大，就取 $1/10$ 贝尔作单位，即分贝 (dB)：

$$\text{分贝 (dB)} = 10 \lg \frac{P_1}{P_2}$$

从表 1-1 中可以看出功率从 $1 \sim 10\,000\text{ W}$ ，这样庞大的范围如果使用 dB 来表示，即用单位的级来表示是很方便的。

另外，从心理学的角度来讲，功率增加 10 倍，多数人判断的结果是响度 (是人耳对声音强弱的主观感受) 增加 1 倍。这样的话，一个 100 W 的声音信号就是一个 10 W 声音信号响度的两倍。任何 10 dB 的差值都可以不必考虑其实际功率的情况，均表示主观响度上相差一倍。例如表 1-1 中相邻两信号的响度就相差一倍。

表 1-1 功率级表

P_1/W	L_w/dB
1	0
10	10
100	20
1000	30
10 000	40

2. 电压、电流与分贝的关系

表示电压的 dB 也是一个相对值，需要一个基准电压 U_0 和一个需要表示的电压 U_1 。首先，我们来看看电功率和电压的关系：

$$P = IU, P = I^2 R, P = \frac{U^2}{R}$$

因为电功率和电压的平方成正比例，所以如果电压增加 2 倍，功率就要增加 4 倍，即

$$\frac{(2U)^2}{R} = \frac{(4U)^2}{R}$$

对电流也一样，即如果电流增加 2 倍，功率就要增加 4 倍。

用电压和电流比表示以 dB 为单位的功率级，则应为：

$$L_w = 10 \lg \left[\frac{U_1}{U_0} \right]^2 = 20 \lg \frac{U_1}{U_0}$$

$$L_w = 10 \lg \left[\frac{I_1}{I_0} \right]^2 = 20 \lg \frac{I_1}{I_0}$$

3. 调音台实际电压的分贝表达

我国规定，以一个 $600\ \Omega$ 电阻上得到 1 mW 功率所需的电压值 0.755 V 为基准电压 U_0 ，待比较电压 U_x 的电平值用分贝表示，则

$$\text{电压分贝} = 20 \lg \frac{U_x}{U_0} = 20 \lg \frac{U_x}{0.755} (\text{dB})$$

关于基准电压的选择，世界上许多国家对 U_0 的电压选择有所不同。我国使用的 U_0 为 0.755 V ，称为 dBm，有些国家选用的 U_0 为 1 V ，称为 dBv。这样，实际使用时，基于不同基准电压选择的同一 dB 值，其所对应的实际电压是有差别的；而同一实际电平所表示的

dB 值也不相同。表 1-2 为 dBm 和 dBv 所代表的实际输出电压值。

表 1-2 电压与 dBm 和 dBv 之间的对应关系

电 压/V	电压分贝/dBv	电 压/V	电压分贝或功率电平分贝/dBm
3.15	10	2.45	10
2.8	9	2.2	9
2.5	8	1.95	8
2.23	7	1.73	7
2	6	1.55	6
1.8	5	1.38	5
1.6	4	1.23	4
1.4	3	1.1	3
1.25	2	0.98	2
1.12	1	0.87	1
1	0	0.775	0
0.9	-1	0.69	-1
0.8	-2	0.62	-2
0.7	-3	0.55	-3
0.63	-4	0.49	-4
0.56	-5	0.44	-5
0.5	-6	0.39	-6
0.45	-7	0.35	-7
0.4	-8	0.31	-8
0.35	-9	0.27	-9
0.315	-10	0.245	-10

特别应引起调音员注意的是, 现在有些调音台的 VU 表指示为 0 dB 时, 其实际的输出电压为 1.23 V。因此在使用调音台时, 一定要留意说明书上的介绍, 因为这个具体的输出值是由生产厂家自己确定的。

4. 信噪比

如果用 S 表示信号, 用 N 表示噪声, 则信噪比为

$$\frac{S}{N} = 10 \lg \frac{P_s}{P_N} = 20 \lg \frac{U_s}{U_N} \text{ dB}$$

式中: P_s 为信号功率, P_N 为噪声功率, U_s 为信号电压, U_N 为噪声电压。

在音响技术中, 频率响应、选择性、立体声分离度等均用到了分贝这一单位。

1.5 延时、混响及平均自由程

1. 延时

所谓延时,就是对信号进行时间上的延迟。在延时的过程中,信号的幅度及其他的参数不会发生任何的变化,而只是时间上的延迟。延时处理是现代音响系统中一种常见的处理方法。音响系统中的延时器在音效调整中有许多特殊的作用:

(1) 在扩声系统中用来消除回声干扰,提高清晰度,改善声像定位。例如,在卡拉 OK 厅中,除了台口有主音箱外,往往在后场还有后置音箱。我们知道,声音信号在音箱线中的传播速度是极快的,信号源产生的音频信号几乎是同时传到前后音箱的。对于坐在卡拉 OK 厅后排的人而言,后置音箱离他们较近,台口主音箱离他们较远;而声音在空气中的传播较音频信号在音箱线中的传播速度来说要慢得多,当前、后音箱距听众的距离差大约为 17 m 左右时,人耳就能感受到这种时间差的存在。这时,坐在后排的人就会有声像定位严重错位的感觉,因为他们看见台上的演唱者在他们的前方张嘴,但由于后置音箱离他们近,后置音箱的声音首先进入他们的耳朵,因此他们感觉演唱者是在他们的身后演唱,而主音箱传来的声音却像是后置音箱产生的回声。为了克服这种声像定位不准的现象,我们就常常在后置音箱和声源之间加入延时器,延时的时间约大于前置主音箱发出的声音传到后排听众耳朵所需的时间,这样,由于加入了适当的延时,主音箱发出的声音会先进入后排听众的耳朵,约过几毫秒,后置音箱发出的声音才传入人耳,音响系统声像定位不准的现象就被纠正过来了。同时,由于加入的延时器的延时时间可调,我们就可以调控回声,消除回声干扰,提高声音的清晰度。

(2) 在立体声放音中,可以用来扩展声像,增加立体感。

2. 混响

混响又叫残响,是指声源发出的声音经过许多次反复的反射衰减后传入人耳的声音。混响与延时既有联系又有区别。首先,混响是经过许多次反复的反射后传入人耳的声音,因此,它在时间上是经过延时的,所以和延时是密切相关的;但同时,混响是经过许多次的衰减传入人耳的声音,声音信号的幅度是在递减的,所以,它和延时(声)又是有区别的,因为延时(声)的信号幅度是保持不变的。

在任何一个房间中,自然混响的长短由房间的吸声量和体积决定。一般来说,吸声强且体积小的房间混响短;吸声弱而体积大的房间混响长。混响适当,听到的声音会有较好的丰满度;混响过短,听到的声音会很干,缺少“水分”;混响过长,听到的声音会很“闷”,清晰度会大大降低。

在音响系统中,为了弥补室内自然混响的不足,以改善和美化音色,产生各种特殊的音响效果,就必须加上混响器。但有一点需要注意,自然混响本来就比较长的房间,是不适合加入混响器的。如果为了美化音色非加不可,必须对房间进行一系列的处理之后才能加入。

目前,实现混响的方式主要有:

- (1) 声学混响室;
- (2) 机械混响器;