

四川科学技术出版社

卡拉OK厅 音响电视 与灯光

工程设计与操作指南
(修订版)



熊建设 编著

卡拉 OK 厅音响、电视与灯光 ——工程设计与操作指南

(修订版)

熊建设 编著

四川科学技术出版社

1997·成都

卡拉 OK 音响电视与灯光

——工程设计与操作指南(修订版)

编 著 者 熊建设
责任编辑 宋小蓉 周绍传
封面设计 韩健勇
版面设计 康永光
责任校对 梁丽蓉 吕小京
出版发行 四川科学技术出版社
成都盐道街3号 邮编 610012
开 本 787×1092 毫米 1/16
印 张 28.25 字数 710 千
印 刷 成都盐道街小学印刷厂
版 次 1997 年 1 月成都第二版
印 次 1998 年 1 月第 5 次印刷
印 数 36001—44000 册
定 价 30.00 元

ISBN 7-5307-2852-9/TN·90

■ 本书如有缺损、破页、装订错误,请寄回印刷厂调换。

■ 如需购本书,请与本社邮购组联系。

地址/成都盐道街3号
邮编/610012

■ 版权所有·翻印必究 ■

前 言

在青岛数年来的音响工程实践和专业音响教学中,我深深感到通俗易懂的参考书的匮乏。虽然专业书籍浩如烟海,但即使像我这样的大学毕业,而且天天和音响器材打交道的人,有时也免不了读不懂其中的一些术语,免不了要对着机器摆弄半天才略知一二。这的确很让人伤脑筋!尤其是近年来随着各类卡拉 OK 厅、歌舞厅的兴起,以及五花八门的高级音响器材进入家庭,许多人只好望洋(机)兴叹,不知所措,于是一大批急于学习、了解和渴望掌握这门技术的人急切需要一本能看懂的参考书,来指导音响学习和实践。正基于这种考虑,我想把我多年来的经验和体会介绍给大家,力求让大家用足用好各类音响器材,让它们物尽其材,物超其值,于是我就萌发了写这样一本书的念头:该书不讲具体电路,只讲功能、使用、维护和选购,注重实践,力求通俗易懂,强调中英文对照,图文并茂。虽然书名为卡拉 OK 厅而写,实际上它是一本带你走入音响世界这一美妙殿堂的实用音响手册。

卡拉 OK 厅作为当今“流行音响”场所的代表,几乎荟萃了所有典型的音频、视频和灯光设备,是一个十分常见的音响系统,所以我以它为基点对音响的组成、特点、使用方法和工程设计进行讨论,对于其它音响系统,比如多功能厅、小型礼堂,甚至是家用音响系统都有一定参考价值。

为了让初涉音响世界的普通读者也能读懂它。首先,我略去了复杂而繁琐的电路介绍;在语言上我尽量口语化,避开那些晦涩难懂的专业术语;在介绍功能、使用时也尽量选用简洁的语言来说,让大家一看即懂,一试即会。

由于当前高档的音响器材都是清一色的进口设备,偶尔碰到一两台国产设备,但是上面还是标着各种英文标记,这就让许多懂技术而不懂英文的人只能干着急,所以把各种键、钮、接口的常见英文标记介绍给大家是十分必要的,熟记这些单词也是达到触类旁通的重要前提之一。

在资料的取舍上,我极力去搜寻一些最原始的第一手资料,而且有许多是直接从英文资料翻译过来的,以确保其“高保真”。特别值得一提的是,书中提供了许多表格,请不要忽视其功用。无论是设计、选购,还是调试、维修,它都可以提供很有参考价值的数据,希望大家注意查询。

本书共分为五篇二十八章,分别对听音环境与听觉特性、卡拉 OK 厅的音响、电视与灯光的种类、性能特点、工作原理、技术指标、操作使用、日常维护及其系统配置、设备选型、总体安装调试等方面作了详细的介绍。在介绍使用方法时,我们兼顾技术和艺术两个方面要求,对操作过程中可能出现的问题提出了许多参考性的意见。因此,无论是音响师、工程师等专业人员,还是一般的音响爱好者、器材经销人员,都可以从中学到许多有益的东西,它会引导你走一条通向奇妙音响世界的最捷径路。

关于本书的使用方法,我想最主要的是两条,即“各取所需,多多调试”。所谓各取所需就是说在阅读时,你可以根据自己的需要来选择相应的章节,而不必盲目地通读全书,也就是说你可以把它当作一本手册——用什么查什么。多多调试是指在学习的过程中应理论联系实际,多动手,多操作,通过反复实践加深理解。

但是,音响器材种类繁多、功能各异,我们不可能把所有型号的器材都列举于书上,一一加以介绍,只能就其中几种比较典型的、常见的设备予以详细介绍。编写过程中我力图对同类产品的异同点和一些常见的问题进行归纳总结,以求以点带面,触类旁通。这就要求我们在学习过程中要尽量掌握同类音响设备的原理、功能、性质上的共同特点,学会举一反三,切不可生搬硬套。

本书的编写过程中曾得到不少个人和单位的大力支持和帮助,为了能使本书早日与读者见面,张波涛同学利用自己的业余时间认真核对原稿,并进行了大量的文字与图表录入工作;吕铭老师参加了第三篇部分章节的编写工作;在资料的收集上先后得到了青岛通利琴行、青岛神威电子音响有限公司、海洋大学海电公司、索尼北京办事处、先锋电子(中国)有限公司等单位的支持。在此一并表示衷心的感谢。

由于本书的涉及面较广,而本人的经验和水平又有限,加之时间仓促,书中难免存在错误、疏漏和不当之处,敬请广大读者多多批评指正。

熊建设

1994年仲秋于青岛海洋大学

目 录

第一篇 听音环境与听觉特性

第一章 声学基础知识	2
§ 1.1.1 声压	3
§ 1.1.2 声压级	3
§ 1.1.3 频率	3
§ 1.1.4 声速和波长	4
§ 1.1.5 反射、折射和透射	4
§ 1.1.6 声波的衍射和散射	4
§ 1.1.7 声波干涉	5
§ 1.1.8 语言和音乐的特性	6
第二章 听觉的基本特性	8
§ 1.2.1 响度	8
§ 1.2.2 音调	9
§ 1.2.3 音色	10
§ 1.2.4 哈斯效应	10
§ 1.2.5 方向感	11
§ 1.2.6 多普勒效应	12
§ 1.2.7 噪声对清晰度的影响	12
第三章 房间的声学特性	13
§ 1.3.1 室内的声学过程	13
§ 1.3.2 室内混响	13
§ 1.3.3 早期反射声	16
§ 1.3.4 房间的简正方式	18
§ 1.3.5 传输响应	19
§ 1.3.6 与房间形状有关的特殊声学现象	19

第四章 音质的听觉与视觉	21
§ 1.4.1 音质的七个属性	21
§ 1.4.2 听觉与视觉	22
§ 1.4.3 评价术语	24

第二篇 卡拉 OK 厅的音响设备

第一章 概述——音响系统的组成	27
-----------------------	----

第二章 传声器	29
---------------	----

§ 2.2.1 传声器的种类	29
§ 2.2.2 几种传声器的基本原理	30
§ 2.2.3 传声器的主要技术指标	31
§ 2.2.4 传声器的选择要点	34
§ 2.2.5 传声器的使用与维护	41
§ 2.2.6 传声器的主要附件	42

第三章 常用音源	44
----------------	----

§ 2.3.1 卡座的新功能	44
§ 3.3.2 卡座的主要指标	48
§ 2.3.3 卡座的日常维护	49
§ 2.3.4 盒式录音座的选择	50
§ 2.3.5 CD 机的基本知识	51
§ 2.3.6 CD 机的使用	57
§ 2.3.7 CD 机的维护	62
§ 2.3.8 CD 机的选购	63

第四章 调音台	66
---------------	----

§ 2.4.1 调音台的工作原理	66
§ 2.4.2 调音台的使用	69
§ 2.4.3 调音台的主要技术指标	69
§ 2.4.4 调音台的选择	80

第五章 均衡器	84
---------------	----

§ 2.5.1 均衡器的种类和特点	84
-------------------------	----

§ 2.5.2 均衡器的主要技术指标	87
§ 2.5.3 均衡器的使用方法	88
§ 2.5.4 均衡器的使用要点	91
§ 2.5.5 均衡器的选择	95
第六章 压缩器、限幅器与扩展器	100
§ 2.6.1 压缩/限幅器及扩展器的工作原理	100
§ 2.6.2 压缩器、限幅器的使用	102
§ 2.6.3 压缩/限幅器的选择	107
第七章 混响器和延时器	111
§ 2.7.1 混响的主要控制参数	111
§ 2.7.2 混响器的特殊效果	114
§ 2.7.3 数字混响器的使用	116
§ 2.7.4 混响器的使用要点	121
§ 2.7.5 延时器的特殊用途	122
§ 2.7.6 延时器的使用	124
§ 2.7.7 混响器与延时器的选择	126
第八章 多功能效果器	132
§ 2.8.1 SPX900、SPX1000 简介	132
§ 2.8.2 SPX1000 多功能效果器的使用	135
§ 2.8.3 SPX1000 的程序与参数	140
§ 2.8.4 SPX1000 多功能键的使用	160
第九章 其它音频处理设备	165
§ 2.9.1 电子分频器与音频分配器	165
§ 2.9.2 听感激励器	172
§ 2.9.3 重低音处理器	173
§ 2.9.4 BBE 声音加强处理器	175
§ 2.9.5 环绕声处理器	176
§ 2.9.6 家庭电影院 DSP 处理器	185
第十章 功率放大器	188
§ 2.10.1 功率放大器的种类及特点	188
§ 2.10.2 功率放大器的主要技术指标	190
§ 2.10.3 功率放大器与音箱的配接	192
§ 2.10.4 功率放大器的选择	195

第十一章 卡拉 OK 机	201
§ 2.11.1 卡拉 OK 机的组成与特点.....	201
§ 2.11.2 卡拉 OK 机的使用.....	202
§ 2.11.3 卡拉 OK 机的选择.....	208
第十二章 扬声器与音箱	211
§ 2.12.1 扬声器的种类与工作原理.....	211
§ 2.12.2 扬声器的主要技术指标.....	213
§ 2.12.3 音箱与音柱.....	216
§ 2.12.4 音箱的选择.....	222
§ 2.12.5 耳机.....	230
第十三章 扩音与调音技巧	235
§ 2.13.1 扩音与调音技巧.....	235
§ 2.13.2 国内三大歌唱流派略介.....	240

第三篇 卡拉 OK 厅的视频设备

第一章 概述——视频系统的组成	244
§ 3.1.1 视频设备简介.....	244
第二章 电视接收机	247
§ 3.2.1 投影电视的基本原理.....	247
§ 3.2.2 彩色电视的制式.....	249
§ 3.2.3 电视接收机的主要技术指标.....	252
§ 3.2.4 电视机的使用方法及其注意事项.....	254
§ 3.2.5 彩色电视机的选购.....	257
第三章 录像机	263
§ 3.3.1 录像机的基本原理.....	263
§ 3.3.2 录像机的格式与特点.....	267
§ 3.3.3 录像机的使用要点.....	270
§ 3.3.4 录像机的维护要点.....	280
§ 3.3.5 录像机的选购.....	280

第四章 激光影碟机	285
§ 3.4.1 激光影碟机的基本原理	285
§ 3.4.2 激光影碟的统一标记	290
§ 3.4.3 激光影碟机的使用与维护	293
§ 3.4.4 激光影碟的选购	302
第五章 摄像机	307
§ 3.5.1 摄像机的基本原理	307
§ 3.5.2 摄像机的主要技术指标	309
§ 3.5.3 云台与云台控制器	311
§ 3.5.4 摄像机的技术使用	316
§ 3.5.5 摄像机的艺术使用	330
§ 3.5.6 摄像机使用注意事项和日常维护	339
§ 3.5.7 摄像机的选购要点	339
第六章 视频特技机	345
§ 3.6.1 WJ-AVE5 数字特技机的主要特色和技术指标	345
§ 3.6.2 主要的操作键及其相应的功能	346
§ 3.6.3 WJ-AVE5 特技机的使用方法	353
§ 3.6.4 视频特技机的选购	358

第四篇 卡拉 OK 厅的灯光

第一章 光与视觉	361
§ 4.1.1 光的基本性质	361
§ 4.1.2 人的视觉特性	366
第二章 电光源与照明灯具	372
§ 4.2.1 电光源的种类和特点	372
§ 4.2.2 电光源的主要技术指标	373
§ 4.2.3 卡拉 OK 厅的灯具	376
第三章 常用的灯光控制设备	381
§ 4.3.1 灯光控制的作用与特点	381
§ 4.3.2 灯光控制的种类与方法	382

§ 4.3.3 常见调光台的使用	383
------------------------	-----

第四章 用光	387
---------------------	------------

§ 4.4.1 电视照明的功能	387
-----------------------	-----

§ 4.4.2 电视照明的种类和布光的基本方法	389
-------------------------------	-----

§ 4.4.3 人物照明	392
--------------------	-----

第五篇 卡拉 OK 厅的音响设计与工程实例

第一章 卡拉 OK 工程设计要点	397
-------------------------------	------------

§ 5.1.1 明确客户要求和现场条件	397
---------------------------	-----

§ 5.1.2 卡拉 OK 厅音响设计的基本要求	400
--------------------------------	-----

§ 5.1.3 确定扬声器需要的电功率	402
---------------------------	-----

§ 5.1.4 扬声器的布置	405
----------------------	-----

§ 5.1.5 音响系统的连接和调试	407
--------------------------	-----

第二章 工程设计实例	412
-------------------------	------------

§ 5.2.1 青岛之夏狂欢夜音响工程	412
---------------------------	-----

§ 5.2.2 青岛凯旋门美食娱乐城音响工程	416
------------------------------	-----

§ 5.2.3 一个用于现场表演和放送音乐的夜总会系统	420
-----------------------------------	-----

附录一 部分乐器、歌声的音域表	425
-----------------------	-----

附录二 音响、电视常用英文标记英汉对照	426
---------------------------	-----

附录三 国外部分音、视频设备生产厂家与牌号	436
-----------------------------	-----

附录四 常用绝缘电线长期连续负荷下的允许载流量	439
-------------------------------	-----

主要参考资料	442
--------------	-----

第一篇 听音环境与听觉特性

现代卡拉 OK 厅内的各种音响设备无非是用来记录、重放、传输、放大、校正或修饰各种声音的,因此我们必须对声音(波)的特性,特别是听音环境和人耳听觉特性,作一些基本的了解,才有可能通过分析其基本原理来解决操作过程中出现的新问题,才有可能在调音技术上走上真正的成熟。比如一个人如果不了解房间混响的形成和特性,以及它对音质的影响,他就不可能真正用好模拟房间混响的设备——数字混响器。近年来,卡拉 OK 厅的设计、安装和操作大都是由电子技术人员来完成的,声学问题始终没有引起足够的重视,所以尽管用上了高性能的进口设备,其音质往往还是不尽人意。可见声学问题已经成为影响卡拉 OK 厅音质的一个主要因素。这些声学问题主要涉及语言声学、心理声学、建筑声学和电声学等几个方面,它们是彼此独立而又相互联系的。现在绝大多数卡拉 OK 厅都是在现有建筑的基础上改建而成的,这样就限制了厅堂音质的提高,所以卡拉 OK 厅里使用电声设备就不单是为了将声音放大和还原,而且还有必要对音质进行适当的校正和调整,以弥补听音环境的不足。例如:通过混响器来调整大厅的混响时间;通过图形均衡器来改善房间的传输特性等等。总之,对于声学问题作一些必要的了解是十分必要的。

第一章 声学基础知识

我们每一个人对声音都很熟悉。日常生活中人与人的交谈,我们称之为“说话或讲话”,就是通过“声波”来传送的。声波实质上是由振动引起的,并通过传声媒质(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 20 赫~20 千赫),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)声音也是一种机械波,因此它也具有波动的一般特性,比如:干涉、衍射等,下面将简要介绍一下描述声波的主要物理量和声波的主要特性。

§ 1.1.1 声压

当声波不存在时,空气层处于平衡状态,各处气压相等,也就是和通常所说的大气压是一样的。当声波出现时,由于声波的作用,媒质的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,空气密集处压强增强,空气稀薄处压强降低,这种由声波引起的压强变化就叫作声压。一般用 P 表示,单位是帕(Pa)。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 0.5 米处的声压大约是 0.1 帕,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 2×10^{-5} 帕时差不多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了。

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小,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(介于球面波和平面波之间),所以实际上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。

§ 1.1.2 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)到感觉耳痛的最低声压(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,要用具有一定绝对精度的仪器来度量它也是十分困难的。而且从人耳分辨能力来看,主观上产生的“响度感觉”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压的强弱,并称之为声压级。

声压级(以分贝为单位)定义为实际声压 P 和基准声压 P_{ref} 的比值取常用对数再乘以 20, 即: 声压级(SPL) = $20 \lg(P/P_{ref})$ 单位:分贝(dB)

其中 P_{ref} 为参考声压,在空气中 P_{ref} 一般取 2×10^{-5} 帕,这个数值就是人耳对 1 千赫声音刚刚能觉察到其存在的声压值,也就是 1 千赫声音的可听阈声压。一般来说低于这一声压值,人耳就再也觉察不出这声音的存在。为了让大家对声压级的大小有个数量概念,下面举几个典型的例子以供参考,见表 1.1.1。

表 1.1.1 几种典型声源所发出的声压级

声压(帕)	声压级(分贝)	感 受 程 度	典 型 声 源
— 2×10^2	140	不能忍受疼痛感	飞机发动机(5 米),汽锤(1 米)
— 2×10	120		雷声,汽车喇叭(1 米)
— 2	100	很 响	大型客车内部,机床(1 米)
— 2×10^{-1}	80		演讲(1 米),汽车(10 米)
— 2×10^{-2}	60	一 般	对话(1 米),收音机中等音量以下
— 2×10^{-3}	40		安静郊区,手表摆动声(10 厘米)
— 2×10^{-4}	20	微 弱	自己呼吸声,最低可听到下限
— 2×10^{-5}	0		

§ 1.1.3 频率

声音引起听觉的作用,不仅取决于声压大小,而且还和它每秒钟内振动的次数即频率有关。频率的单位是赫兹(Hz),简称赫。例如:1 秒内振动 100 次,它的频率就是 100 赫;1 秒内振动 1,000 次,它的频率就是 1,000 赫。不同频率的声音信号使人感觉到音调的差异,简单来说频率越高,音调也越高。

人耳可听到的频率范围是 20 赫~20 千赫。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,青年人听到的频率范围要比老年人听到的频率范围宽,这是因为随着年龄的增长,人耳对高频声的听力会逐渐降低。比如 50 岁左右的人,最高可听到的频率约为 13 千赫;而 60 岁以上的人,很少能听到 8 千赫以上的声音。

频率低于 20 赫的声波称为次声波;频率高于 20 千赫的声波称为超声波。次声和超声对人耳来说都是听不见的,因而,次声和超声即使振幅再大,其响度也是为零。

声音可以是单频率的纯音,但是绝大多数声音都是由多个频率成分组合而成的复音。日常生活中遇到的语言、音乐或噪声大多是复音。其实,任何复杂的声音,都可以看作是由几个或许多个频率和振幅都不相同的简谐波的叠加,即复音可以分解为许多个纯音之和。

如果组合起来的许多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相对而言的,一般习惯上把频率低于 60 赫的声音称为超低音,把 60~200 赫的称为低音,把 200~1 千赫的称为中音,把 1~5 千赫的称为中高音,而 5 千赫以上的则统称为高音。

§ 1.1.4 声速和波长

声波在单位时间内传播的距离称为声速,常用符号“C”表示,单位是米/秒(m/s)。一般说来,声速只和传播的媒质及其状态有关,而与声音的强弱和频率无关。例如:15℃时,声音在空气中的声速约为 340 米/秒,随着温度的升高声速也会略有增长。

声波振动一周所传播的距离称为波长。常用符号“ λ ”表示,单位是米(m)。声波的波长与声速和频率的关系如下:

$$\lambda = \frac{C}{f} \quad \text{式中: } f \text{ 为声波的频率,单位赫兹(Hz)}$$

由此可见,在相同的条件下,频率越高,波长越短。例如:在常温空气中,频率为 20 赫的声波其波长为 17.20 米,频率为 5 千赫的声波其波长为 0.0688 米。

§ 1.1.5 反射、折射和透射

声音在传播过程中,遇到墙壁等障碍物时,一部分声波在分界面处将改变传播方向返回到原来的媒质中去,而另一部分声波则以新的传播方向进入到新的媒质中去,并在新的媒质中继续向前传播。这就是声波的反射和折射现象。声波的反射和折射同样满足反射和折射定理。声波在室内的多次反射是形成混响的主要原因。

声透射则是指声波在多层媒质中传播时经历了分界面的多次折射后,透过中间各层而到达最后一种媒质的现象。

§ 1.1.6 声波的衍射和散射

声波遇到墙壁或其它障碍物时还会在边角上沿着物体的边缘而“弯曲”传播,这种现象被称为声绕射(或声衍射)。研究表明,衍射的程度取决于声波的波长与障碍物线度的相对大小,即波长对障碍物线度的比值越大,衍射愈强,反之亦然。如果障碍物的线度比波长大许多,虽然还有衍射现象,但是在障碍物的边缘附近将形成一个明显的没有声波的区域(声影区)。通常认为物体线度小于 $\lambda \sim 5\lambda$ 时,入射声波基本上会绕过物体;相当于 $5\lambda \sim 10\lambda$ 时还有一些绕

射;接近于 30λ 时,几乎完全被遮挡。图 1.1.1 所示的几个例子可以帮我们了解声绕射出现的一些情况。

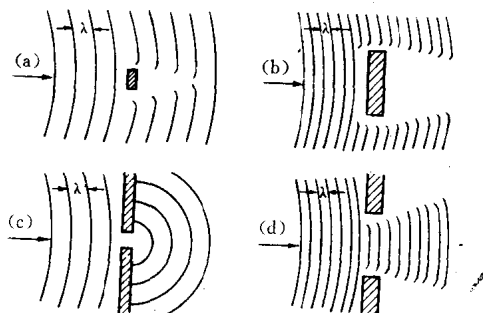


图 1.1.1 声波的绕射现象

图 1.1.1(a)中,障碍物好比是卡拉 OK 厅中的一根柱子,坐在它后面的客人的视线完全被柱子所遮挡,但仍然可以听到来自舞台上的大部分声音。这是因为波长随频率高低而有很大的差异,只有那些频率较高,波长比柱子直径小很多的声波,才会在柱子后面形成声影区。例如,坐在直径 1 米的圆柱后面,对于 1700 赫($\lambda = 0.2$ 米)以上的高频声波有明显的遮挡作用。至于大部分频率较低,波长与柱子直径接近或大得多的声波,由于声绕射现象的存在,柱子几乎不起遮挡作用。

另一方面,利用柱面反射声音时,只有声波长小于或者接近柱子直径的声波,才会被有效地反射。例如,要使 200 赫以上频率的声波被有效地反射,柱面的尺度至少要 1.7 米左右。当然,柱面对声音的反射程度还与它的表面状况有关,但这里只谈尺度关系。

图 1.1.1(b)中,障碍物好比一座高大的围墙,对于波长比围墙尺寸小得多的声音,能够产生明显的声影区。当然墙边上还会出现一些绕射现象,但只限于局部范围。

和上面情况成对照的是,当声波通过一个洞孔时往往会产生明显的衍射现象,洞口好象是一个新的点声源,如图 1.1.1(c)所示,这是由于声波波长比洞孔尺寸大得多的缘故。但是光的波长则要比洞孔尺寸小得多,所以光通过洞孔时是一束光线。当然如果声波的频率很高,在通过洞孔时也会出现类似于光束的声束,它带有很强的方向性,如图 1.1.1(d)所示。

声波在传播路径上遇到线度比其波长甚大的障碍物时就会产生散射。在有障碍物的声场中,散射的强弱与障碍物的线度对波长的比值有关。障碍物越大,或波长越短,则散射越强。散射与衍射在本质上是一回事,衍射是指一束声波会绕到物体背面的现象,而散射是指波束方向会在物体表面散乱。散射体实际上就是一个良好的反射体,它对于保证声场的均匀有重要的作用。

§ 1.1.7 声波干涉

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迭加时就会出现干涉现象。如果它们的相位相同,两声波迭加后其声压加强,反之,如果它们的相位相反,两声波迭加

后便会相互减弱,甚至完全抵消。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,即出现了我们通常所说的驻波。

造成声波干涉的条件是经常可以遇到的,我们不妨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,导致两只扬声器还不如一只扬声器响的“奇怪”现象。

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,否则就会出现上面的第二种情况。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“飘忽”的感觉。

在厅堂内由于墙壁的反射也会出现声波的干涉现象,例如,从声源发出的直射波和来自墙壁或平顶的反射波在空间各点要相互干涉。如果它们是纯音信号,这种干涉现象必然会引起空间各点声场的很大差异,有些地方声波会加强,有些地方声波会减弱,甚至完全抵消而成“死点”。好在语言和音乐是由许多频率组成的复合声,可以有“此起彼伏”,“填平补齐”的效果,使干涉效应不太明显。但是,由于不同频率信号所产生的干涉效果不同,即某些频率的信号是相互加强的,而另一些频率的信号是相互减弱的,所以常常导致房间传输特性的不均匀。

大中型卡拉 OK 厅的尺寸一般比低频声的波长还要大许多,形状也往往不规则,而且厅内又还有许多门窗等形状不规则的物体,这些都会“打乱”和“破坏”引起干涉的条件,因而干涉现象也就不那么严重了。

§ 1.1.8 语言和音乐的特性

语言和音乐都是由频率不同、强度不等的许多声音分量组成的,它们在发声过程中不断地变化着。歌声和音乐都包含了许多分音(谐波),分音强度的相对关系确定了音色。而乐音的音调则是由这种复音中频率最低的基音所确定的。此外,描述一个乐音还要有另外一些量,例如颤音、持续时间以及音的建立和衰变过程,它们反映了乐音的瞬态特性。

语言的频率范围比较窄,其基音频率在 130~350 赫范围内,但其分音以及一些非周性谱分量的频率可达 8 千赫。歌声的基频范围较宽,从 80 赫到 11 千赫。在声音中分成五个声部,即男低音、男中音、男高音、女低音和女高音;它们的基频范围分别为 82~294 赫($E_2 \sim D_4$)、110~392 赫($A_2 \sim G_4$)、147~523 赫($D_3 \sim C_5$)、196~698 赫($G_3 \sim F_5$)和 262~1047 赫($C_4 \sim C_6$)。在乐器中管风琴具有最宽的基音范围,约从 16 赫延伸到 9 千赫。其次是钢琴,它的基音范围为 27.5~4136 赫。有些乐器,特别是打击乐器能产生更高频率的声音,其余大部分乐器则在 16 赫~4 千赫范围内,但是在低频端下限实际为 30 赫,更低的器乐声是很少遇到的。民族乐器的基音范围大约在 100~2 千赫之间。因为所有的乐器都要产生高次谐波,所以音乐中有用的频率范围大约可以扩展到 15~20 千赫。此外还应注意,对于音乐而言几乎所有的频率范围都同样重要,重放音乐时不能抑制或忽略某些频率范围。对于音乐重放,一般认为与音质有关