

卡拉 OK 歌舞厅

音响技巧

隋文红 编著

北京电影学院音像出版社
出版发行

前 言

音响是一门技术与艺术相结合的、实践性很强的专业。近几年来，随着高科技的发展，音响技术及设备发展很快，应用范围不断扩大。目前，卡拉 OK 歌舞厅的音响系统已经成为舞台扩声系统的一个重要组成部分。许多机关、厂矿、各企事业单位以及社会上都先后建成了各种类型的卡拉 OK 歌舞厅，并配置了先进的音响设备来丰富人们的业余文化生活。

与此同时，一大批未受过专业训练的音响工作者走上了这一工作岗位。为了使这样一大批从业者能系统地、全面地了解和掌握有关音响的理论与实践。作者曾先后对北京市各高、中档卡拉 OK 歌舞厅进行调研和调音实践。几年来，在为北京市、区、文化局及大宾馆、饭店举办的卡拉 OK 歌舞厅音响人员岗位培训的基础上，总结了教学与实践经验，编写并录制了这套《卡拉 OK 歌舞厅音响技巧》教材和录相带。本片理论讲授与实际操作相结合，可供广大从事音响工作者和音响爱好者学习参考。由于时间仓促、水平有限难免有错漏之处，热诚希望广大同行、专家、读者及音响爱好者批评指正。本书及录相片的编写和拍摄过程中，承蒙锡忠、隋春立、邹庆怡、高尔森等同志的指教和支持，以及东城文化馆蓝宝石歌厅、超级音响公司、新侨饭店华伦歌厅等单位为拍摄提供帮助和支持，在此一并致谢！

作者

一九九三年七月三十日

目 录

第一章 与音响有关的知识

一.声音的物理特性	(1)
二.人耳的听觉特性	(9)
三.声音的计量	(12)
四.语音	(17)
五.乐音	(19)
六.物音	(21)
七.从原声到重放声	(22)
八.动态范围的限制	(24)
九.声音空间重放	(25)

第二章 话 筒

一.话筒的种类、构造和工作原理	(27)
二.话筒的技术特性	(36)
三.话筒的选择方法	(39)
四.话筒的使用与操作	(42)
五.单声道拾音的话筒布置	(48)
六.多路立体声拾音话筒布置	(49)

第三章 调音台电器组件的分类和主要功能

一.调音台的种类	(54)
二.调音台的工作原理	(55)
三.主要电器部件的功能	(57)
四.各种滤波器的功能	(68)

五.声音信号的指示装置	(69)
六.监听系统	(71)
七.信号流程图	(73)

第四章 周边设备

延时、混响器

一.延时、混响器的基本概念	(74)
二.延时、混响器的种类和特点	(77)
三.电子混响器的工作原理及应用	(78)
四.电子混响器的使用	(84)

变调器

一.音高与调性	(87)
二.变调器与音调控制器的区别	(91)
三.变调器的选用	(93)

均衡器

一.均衡器的作用特点	(95)
二.均衡器的分类和特点	(96)
三.均衡器的工作原理	(97)
四.多频均衡器的使用	(99)

压缩器

压缩器、限制器、噪声门	(102)
-------------------	-------

第五章 厅堂扩声

- 一.歌午厅音像系统的组成..... (108)
- 二.功放的选配和使用..... (111)
- 三.扬声器..... (112)

扬声器的特点、音箱选配

- 四.扩声器、扬声器的系统的布局..... (117)
- 五.抑制扩声中的反馈..... (120)
- 六.卡拉 OK 歌午厅..... (121)

第六章 调音技巧

- 一.音色的形成..... (126)
- 二.弦乐器调音技巧..... (128)
- 三.现代音乐调音技巧..... (131)
- 四.歌厅演唱调音技巧..... (136)

第七章 系统操作调整与常见故障处理

- 一.系统操作..... (143)
- 二.放音设备的配接..... (140)
- 三.放音系统的调整..... (151)
- 四.放音房间的声学处理..... (154)
- 五.常见故障处理..... (156)

附录一、二、三

第一章 与音响有关的基本知识

与音响有关的知识，其范围甚广，不仅有声学与电声方面等基础知识，还有音乐、戏曲、影视等方面文艺知识，在这一章里主要就声学 with 电声方面的知识、概括地加以讲解。

一、声音的物理特性

在自然界和人类生活中充满着声音，世界上无论白天或夜晚，时时刻刻都在发出声音，如果没有声音不仅人类无法生活，任何生物也都无法生存。那么什么是声音呢，声音这一概念可从两方面来理解，一是它的物理特性，一是它的听感特性，下面先讲它的物理特性。

声波——一切声音都是由振动的物体产生的，譬如扬声器的纸盆振动时，激起周围空气层的波动，在空气中形成压缩层和疏密层向外传播，空气的时疏时密运动和纸盆振动是一致的，空气是弹性媒波，所以当空气中出现声波时便会受到弹性作用，从而形成压缩和疏密现象并向远处传播，声音在空气中的波动现象叫做声波。声波所及的空间范围叫做声场。

声波可以在空气中传播，也可在液体中传播，因为它们都是弹性物质。下图是声波在空气中的瞬时传播，波峰处稍高于大气压，波谷处稍低于大气压。

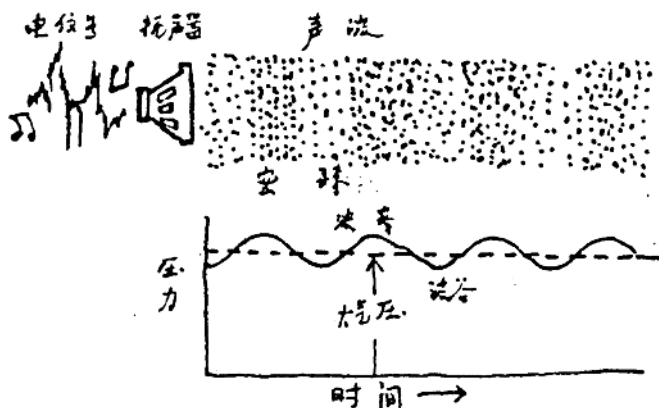


图 1-1

声压、声功率、声强——由于声波的传播，使周围的气压发生高低变化，空气密集处压强增加，空气稀处压强降低。这种由声波引起的压强变化就叫做声压，一般用 P 表示，声压多用微巴做单位，声压大小决定声音的强弱。声压与大气压相比是非常微小的，说话时离嘴 0.5 米处的声压、大约是 1 微巴 ($1\mu b$)。声压低到 0.0002 微巴是人耳可听的极限，也叫做听阈，声压高到 200 微巴是人听觉的最高极限，超过这个极限人耳会感到痛痒，所以把它叫做痛觉阈。

声源在单位时间内辐射的总声能叫做声功率，以 W 表示，单位用瓦、毫瓦、微瓦表示。声功率范围很广，小声耳语只有 10^{-9} 瓦 (0.001 微瓦) 而喷气飞机则 10^3 瓦，两者相差 10 万亿倍。

声强是指垂直于传播方向单位面积上，所通过的平均声功率，以 I 表示，用瓦/厘米为单位。声强 I 和声源声功率成正比，与离开声源的距离平方成反比，声强随着离开声源距离的增加按平方反比定律减少，即距离增加一倍声强减少到原来的 $1/4$ ，距离增大三倍声强即减少到原来的 $1/9$ 。

声功率和声强很难直接测量，通常根据声场所测得的声压来换算。

声强随声源距离增加而减少的原因是声能在空气中的损耗和几何扩散。实际上空气中的损耗很小，主要是几何扩散。如下图所示从一个点声源向周围均匀辐射出来的声能，必然通过一系列扩大的球面。因此，单位面积上的声能和球面半径平方成反比变化。

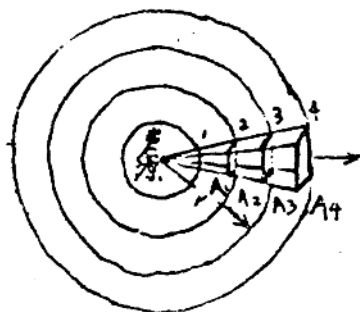


图 1-2

声音的频率和频谱——频率即每秒种的振动次数，频率单位过去习惯用周/秒表示，现在统一用赫兹表示，1周/秒即为1赫兹 (HZ)。声音有单一频率的纯音，但大多数声音是由多个频率组成的复合音，日常生活中的语言、音乐、噪声，都是由多个频率组成的复合音。任何复杂的声音，都可以看做是振幅不同的各种频率的迭加，因此这些复合音都可以利用仪器进行分解。

声音的频率范围很宽，组合起来的许多纯音集中在高频部分叫做高频声，集中在低频部分称做低频声，许多声音包含着低频、中频、高频三个频段，一般把 200—300 赫以下称低频，500—2000 赫称中频，4000 赫以上称高频。通常划频段的方法是按频率每加一倍做为一个频段，这与音乐的八度类似，例如 125 赫到 250 赫或 1600 赫到 3200 赫，称做 1 倍频段或 1 倍频带。

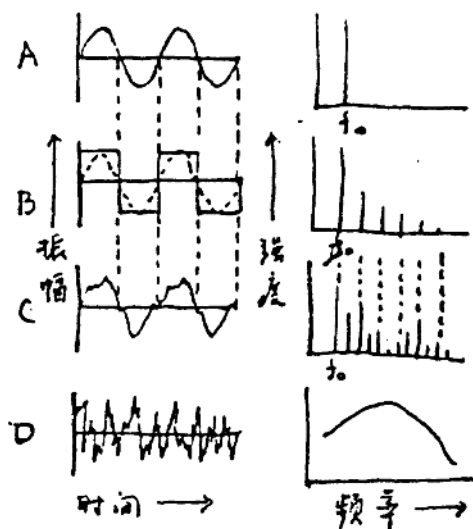


图 1-3

语声与音乐的频率范围大约 20—20000 赫，但是由于每种声音的谐波成分不同、相对声强不同，即使相同的频率范围其音色也不完全相同。譬如所有乐器都产生如下图 C 那

样的线状频谱，频谱中的谐波和声强分布，决定了每种乐器的音色。

A: 纯正弦波，能量集中在基频。

B: 对称方波与 A 的频率相同它有基频和奇次谐波。

C: 不规则的周期波，它有基频和谐波，如小提琴等。

D: 随机噪声，如飞机等。

谐波与包络波——一个波的频率为另一波频率的整数倍时，就把它称做另一波的谐波。例如 1000 赫就是 500 赫的谐波，而 500 赫则称做基波或一次谐波，1000 赫则称做二次谐波，1500 赫则称做三次谐波，因为它们都是基波的二倍或三倍。语言、音乐都是由基波与谐波所组成，这些复杂的波都可进行分析。

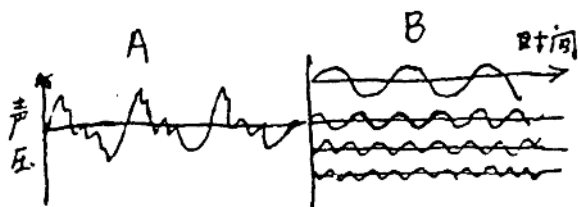


图 1-4

图中 A 的复杂波可以分解成图 B 的 4 个谐波，而每个谐波都为正弦波，反之，4 个正弦波相加也可获得 A 的波形。

包络波是声波强度随时间变化的形式，它由三部分组成，即起始增长、内动态、衰变。所谓起始增长就是声波的强度增加，内动态则是声波增强、减弱与稳定，衰变则是声音停止的方式，如下图所示。

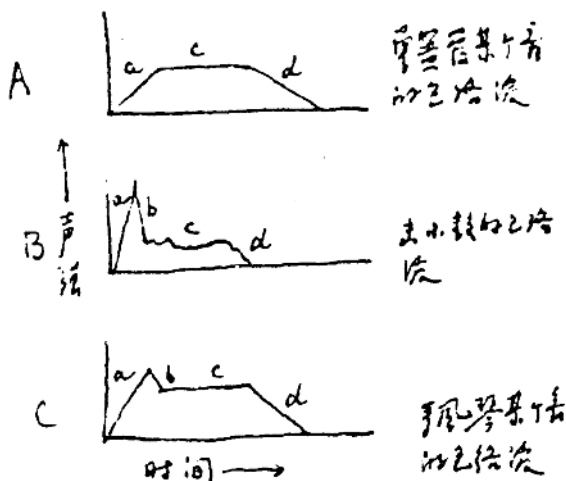


图 1-5

图为两种不同声音的波形，A 为单簧管的某个音，a 为起始增长，C 为内动态，d 为衰变，它的特点是起始与衰变时间都很长。B 为小鼓的某一音，开始增强快而且瞬间振幅大，最后衰变也快。（为手风琴的包络波）

声音的反射和绕射——声波在传播过程中，遇到物体就会产生反射现象，也就是说改变了它原来的传播方向。如下图所示，它和光的反射一样，S 为声源，AB 两点为反射面，S' 为虚声源。

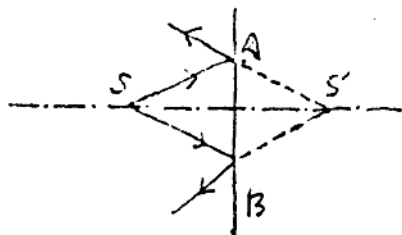


图 1-6

声波的另一种反射现象是散射，当声波碰到凸形面石时就进行散射，录音棚或剧场就常利用散射来达到声波扩散的效果。

声波碰到墙壁或物体时，它会沿着物体的边缘而弯曲地进行传播，这种现象称做绕射，如何绕射取决于声波的波长和物体或洞孔的大小。下图是声波遇到各种物体或孔洞时所产生的绕射现象。

A: 障碍物是个圆柱，若波长较柱直径小得多柱背面出现……影区。而波长大于柱直径声波则经柱面产生绕射现象。

B: 障碍物是高大的墙板，波长比墙板尺寸小得多的声波，被阻挡产生影区，但也有部分声音产生绕射现象。

C: 是洞孔，当声波通过洞孔时，会产生明显的绕射现象，这是由于声波波长比洞孔大得多的缘故。

声波的干涉现象——两个频率相同的声波，传播到空间某一

点时则会发生干涉现象。如果两个声波是同相位，又在同一时刻处于相同的压缩或稀疏状态，这两个声波就会互相迭加而声音增强，如果两者相位相反便会互相减弱甚至抵消。

干涉现象在房间内经常遇到，声源的直射与墙面上的反射，在空间的某点就会产生干涉。如果是纯音的声波，必然有的地方声音强，有的地方声音弱，甚至有的地方成死点听不到声音。但是在生活中大量的是语言声、音乐声或音响声，这些声音都是复合音，即使产生干涉现象也不会太明显，因为复合音能互相填平补齐，不易为人耳所听见。

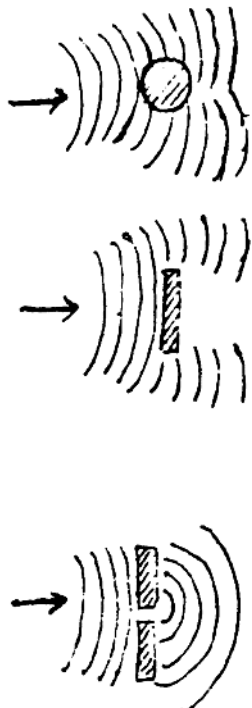


图 1-7

混响与混响时间——上面讲过声波在室内产生并向室内四周传播时，碰到物体或墙壁要产生反射或散射，继续在室内传播，再次碰到物体或墙壁再次发生反射和散射，以此继续下去一直到声音消失。在这一过程中有声源的直达声，有延迟时间不同的反射声和散射声，其中间隔很密的反射声称做混响声，延迟时间在 50 毫秒以内的反射声称初期反射声。所谓混响时间，就是当声源发声停止后，室内声压级衰减到它原来数值的千分之一时（声能衰减 60 分贝）

所需的时间。室内的混响与室内的容积和形状以及室内的装饰材料有关，录音棚、厅堂要按需要控制混响时间。

二、人耳的听觉特性

上一节讲过，由于物体振动而产生声波，声波经过空气向四面八方传播，这是声音的客观物理现象。当声波传到入耳便激励鼓膜产生振动，经过听骨传到耳蜗，再经过耳蜗的听觉神经传到大脑，大脑对声波信号有了感觉，这时人们才听到了声音，这是声音的生理和心理的主观现象。人耳的听觉感受和识别是非常灵敏的，它具有放大、换能、选择、定位的功能，可以辨别微弱频率与声强的变化，可以在繁杂的声响中识别各种声音，即使最先进的科学技术，也制造不出这样灵敏的仪器。

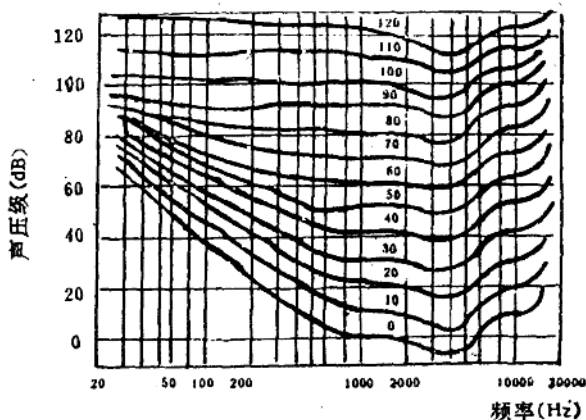


图 1-8

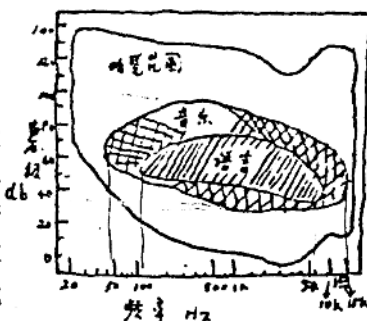
听觉的频率范围——一般人耳能听到的频率范围大约是20—20000 赫，人耳对频率的感觉一般表现为音高，声音频率每增加或降低一倍，音高即增加或降低一个八度。

人耳对同样强度但频率不同的声音，在主观感觉上强弱是不一样的，譬如声压相同的声音，对中频感到声音强，对高频声或低频声则感到弱，也就是说它对中频较敏感，而对高频或低频较为迟钝。人耳对声音强弱的感觉表现为响度。

从上图可以看出，人耳若想得到同样响度，低音与高音必须比中音的声级大一些。譬如安静的夜晚，减小音量听音乐则感到声音单薄，就是由于人耳这种特性造成的。

听觉的动态范围——人耳的听觉虽是很灵敏的，但中心竟有个极限，如下图所示，如果声压级低于最低听觉曲线，该声音就不会被人耳所听到，这就是人耳的听阈。如果该声音的声强逐渐增大，当增大到一定程度时人耳便有痒痛感，这就是所谓痛觉阈。

从上图可以看到人耳听到的语言声，只占听觉范围的一小部分，而听到的音乐声则占有较大的



人耳的听觉范围与语言、音乐的频率动态范围。

图 1-9

部分，同时也标明语言和音乐声的频率范围与动态范围。由于人耳的听觉动态范围大，需要采用对数标度把声音计量压缩成便于运算的数学，同时也为适应人耳听觉特点，一般

采用分贝概念，什么叫分贝在另一节讲述。

听觉对声音的分辨能力——人耳对声音有很强的分辨能力，首先能分辨出声音的强度变化，当声音很低时，在1000赫处可分辨出3分贝的变化，当声音较高时可分辨出2.5分贝的变化，调音台上的衰减器为2分贝一档，所以一般人是分辨不出来的。

其次人耳能分辨出声音频率的变化，对低于1000Hz的声音，人耳能分辨出频率的变化，对于频率高于1000赫的声音，只要频率变化0.5%，人耳听觉就能辨别出来。人耳对音调的变化，实验上可辨别出1400个层次，但实验是对单一频率声音进行比较，而实际的语言、音乐则是非常复杂的，人耳辨别不了那么多的层次，顶多能辨别10种左右。

人耳对声音的方向辨别也是敏锐的，但是需用双耳，而单耳是不能辨别的，这叫做双耳效应，产生双耳效应有两个因素，一是声强差一是时间差。从声源发出的某一声音，由于到达两耳的声级和时间不同，从而使人耳能辨别出声源的方向。利用这一机理人们可以进行声像定位。现在不论立体声系统或立体声听觉，都是利用人耳的双耳效应，创造出各种立体声效果。

人耳对于噪声的识别比较敏锐，相比之下，对纯音或单频声音则比较迟钝；在复合音中，对高频的识别比对低频的识别敏锐；对直接声识别比间接声识别敏锐，譬如在室内讲话，听直达声要比听带反射或有混响声清晰易懂。

听觉的掩蔽效应——由于某种声音的存在而影响聆听另一个声音，这种现象称做掩蔽效应。譬如低频声就可以掩蔽高频声，市电的交流噪声就严重影响语言声或音乐声。掩蔽效应是一个复杂的生理和心理现象，它与两个声音的声级有

关，也与它们的声音频谱，以及相对方向、延续时间有关。

听觉与视觉的关系——人类的认识和感觉的基础，主要是视觉和听觉，听觉与视觉互相关联，互相补充，听觉与视觉互相配合起来，才能对周围世界的动态有完整的印象，得到明确的概念。视觉和听觉各有其特点，这些特点恰好是互相弥补的，视觉的空间恰好需听觉的时间来补充。人们的眼睛可以看到空间的一切景物，视野极为广阔，但是它对景物内在的动态和内在的活动，则是感受不到的。而听觉对景物内在的动态和内在活动则极为敏感，这是因为听觉对景物的内动态的时间片断和时间过程，能够辨别和记忆，譬如眼前看到一片茂密的森林，听不到声音则没有动的感觉，如听到树在响鸟在叫便立即有生动和真实的感觉。听觉虽然灵敏但却是零散的和不确定的，譬如在室内虽然听到外边的响声或嘈杂声，但却得不到完整的印象，只有出来亲眼一看才一目了然，这就是听觉感受需有视觉的明确肯定。影视、戏剧都是视听艺术，视听艺术就是通过视与听的结合而获得理想的艺术效果。

三、声音的计量

人耳的分辨能力，不仅与声压、声功率绝对值有关，也与它的相对值有关，为了适应人耳的听觉特性，可把声压或声功率分成若干级，就像把风力分若干级一样，这样便于计量又适应人耳听觉的特点。分级的方法有多种，我们可采用每增 10 倍（即一个数量级）做为一级的方法，这样就可以把千百万倍的声压值、声功率值或其它有关量值，压缩成很少等级来计量。

级和分贝——怎样分级呢，我们可以采用对数方式，由