

锡忠 隋文红 张华宗 编

家庭音响 与 家庭影院

(选购·使用)

机械工业出版社

为了适应家庭音响与家庭影院的迅速发展和普及,本书全面讲述了有关音响基础知识,系统介绍各种家庭音响设备及设备的选购、使用 and 维修方法,本书还介绍了环绕立体声和家庭影院等最新视听设备,以及立体声与影视节目的欣赏方法。本书从实际出发深入浅出地进行讲解,内容详实。为了读者查阅专用名词方便,在书的最后附有英汉音响词汇对照表,以及部分生产厂家及部分产品。

本书可供具有初中以上文化水平的音响爱好者阅读,并可供专业音响人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

家庭音响与家庭影院(选购·使用)/锡忠等编. —北京:机械工业出版社,1998.6
ISBN 7-111-06280-9

I. 家… II. 锡… III. ①立体声技术-音频设备-基本知识 ②大屏幕电视-电视系统-基本知识 N. TN912.27

中国版本图书馆CIP数据核字(98)第07573号

出版人:马九荣(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)
责任编辑:张沪光 版式设计:霍永明 责任校对:姚培新
封面设计:姚毅 责任印制:王国光
机械工业出版社京丰印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行
1998年6月第1版第1次印刷
850mm×1168mm^{1/32}·8.875印张·232千字
0 001—5 000册
定价:15.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

前 言

广播电台、唱片公司、音像出版社所制作的各种节目(唱片、光盘、录像带等),主要面向家庭供广大群众欣赏,在家中利用音响设备或视听设备聆听音乐观看影视,已成为现代家庭的主要文化娱乐。随着科技的发展和人们生活水平的提高,各种音响设备已普及到千家万户,既有传统的也有现代的,无论哪一种都集中了声、电、磁、光各个领域最先进的技术成果。随着音响设备的高速发展和普及,音响爱好者日益增多,他们迫切需要了解音响设备的工作原理和各项技术指标的含义,以及对音响设备的选购、配接、使用、维修等方面的知识。

现在人们的欣赏水平普遍提高,除要求声音清晰动听外,还要聆听原声的空间感和临场感,以及原声的音质特征和表演风格。要达到这些要求,除用高档设备外,还须了解当代音响技术和听感训练,以及掌握设备的配置和调控方法。针对读者上述要求特编本书。本书共12章,分别讲述音响基础知识、音响设备构造和工作原理、音响设备的使用和维修、以及声音评价、家庭影院、节目源VCD等方面的知识。

第1章主要讲述电声基础以及音响的有关概念,为阅读以下各章提供方便。第2章到第8章主要讲述各种音响设备的工作原理,以及选购、配接和使用。第9章主要讲述音响组合、立体声欣赏以及重放声的听感评价。第10章主要讲述环绕立体声和家庭影院以及多媒体AV中心。第11章主要讲述节目源VCD的选购和使用方法。

近年来由于数字技术、激光技术在音响设备中的广泛应用,音响器材AV(声像)化、影视器材音响化,已成为当前音响技术发展的总趋势。现在所称的AV中心,实际就是以音响设备为主体

以 AV 功放为中心，实现大屏幕环绕立体声。但是 AV 中心不能取代高保真立体声音响设备，现在的家用音响仍以双声道立体声为主。七八十年代的收录机、电唱机仍是一般家庭的主要设备，由组合音响到音响组合使声音质量和音响效果不断提高。对已有的家用音响设备不能轻视，而要合理使用发挥其特长。

本书从实际出发，既讲老设备也讲新设备，凭借丰富的资料深入浅出地加以讲解，以便适合广大音响爱好者阅读，并可供专业音响师参考。为了便于查阅英、汉音响专业词汇，在书末附有附录。

参本书编写的还有习仲、金畅、文静等同志。

由于音响技术涉及面广，加之编者水平所限，难免有错、漏之处，尚请读者和专家指正。

编者

1997 年 12 月

目 录

前言

第 1 章 音响基础知识和声音重放	1
1.1 声音的物理特性	1
1.2 人耳的听觉特性	6
1.3 声音的计量	10
1.4 从原声到重放声	13
1.5 原声的空间重放	16
第 2 章 录音机与磁带放声	22
2.1 磁带录音机的工作原理和基本结构	22
2.2 盒式录音机的各种功能	29
2.3 盒式录音机用的磁带	37
2.4 盒式录音机的选择和使用	42
第 3 章 电唱机与唱片放声	47
3.1 电唱盘	47
3.2 拾音器	53
3.3 电唱盘的选用	61
3.4 唱片	64
第 4 章 激光唱机与激光唱片	69
4.1 数字音响的基本原理	69
4.2 激光唱机与激光唱片的工作原理和特点	72
4.3 激光唱片系列	76
4.4 激光唱机的选购和使用	78
4.5 激光唱机的英文标注及其含义	80
4.6 激光唱机的一般操作	82
4.7 数字声频录音机 (DAT)	84
4.8 数字型盒式录音机 (DCC) 与小型光磁盘 (MD)	87
第 5 章 调频、调幅广播与接收	89

5.1 调幅广播与接收	89
5.2 调频广播与接收	90
5.3 调频立体声广播与接收	91
5.4 调频、调幅 (AM/FM) 收音机	95
5.5 晶体管普及型收音机	100
5.6 集成电路收音机	103
5.7 收音机的使用和维护	104
第6章 声频放大器	105
6.1 前置放大器	105
6.2 多频补偿器	108
6.3 功率放大器	111
6.4 电平显示与频谱显示装置	117
6.5 声频放大器的选用和配接	120
第7章 扬声器系统与耳机	124
7.1 扬声器的种类和特点	124
7.2 电动式扬声器的原理和结构	125
7.3 扬声器的性能指标和选用	129
7.4 音箱	131
7.5 分频网络	133
7.6 音箱的选购和使用	136
7.7 耳机	138
第8章 卡拉OK机与卡拉OK演唱	142
8.1 卡拉OK的起源和特点	142
8.2 卡拉OK系统和信号流程	143
8.3 卡拉OK机的种类和用途	144
8.4 卡拉OK机的附加功能	147
8.5 家庭卡拉OK机的选用	149
8.6 卡拉OK机的配接和操作	150
8.7 家庭卡拉OK演唱	152
第9章 音响组合与立体声欣赏	157
9.1 分立式音响组合	157
9.2 重放声听感评价	161

9.3 文艺节目立体声欣赏	166
第 10 章 环绕立体声与家庭影院	172
10.1 环绕立体声	172
10.2 家庭影院的构成	176
10.3 家庭影院 AV 系统的选配	177
10.4 多媒体 AV 系统	182
10.5 家庭影院环绕声格式	185
10.6 家庭影院的音箱布置	186
第 11 章 家庭视听节目源 VCD	191
11.1 VCD 简介	191
11.2 VCD 影碟机	195
11.3 VCD 影碟机的选购	201
11.4 VCD 碟片的选购	205
11.5 VCD 机的使用和维护	207
第 12 章 音响设备的常见故障和维修	213
12.1 声频放大器的常见故障和维修	213
12.2 录音座的常见故障和维修	218
12.3 调谐器的常见故障和维修	220
12.4 电唱盘的常见故障和维修	222
12.5 激光唱机的常见故障和维修	223
12.6 卡拉 OK 机的常见故障和维修	226
12.7 传声器的常见故障和维修	228
12.8 扬声器及音箱的常见故障和维修	230
12.9 VCD 影碟机的常见故障和维修	232
12.10 CD 唱机怎样改装成 VCD 碟机	236
附录 A 音响专业名词 (英汉对照)	239
附录 B 音响专业英文缩写和略语	254
附录 C 家庭影院常用名词 (英汉对照)	262
附录 D 部分音响设备厂家及产品	270
参考文献	276

第 1 章 音响基础知识和声音重放

音响不仅是技术也是艺术,从事音响工作的人或音响爱好者,既需了解音响基础知识,也需要了解声音重放的视听知识,在这里主要介绍与音响有关的电声知识、立体声知识、音质评价知识以及文艺节目欣赏知识。

1.1 声音的物理特性

世界上一切声音都是由物体振动产生的。我们用手触摸一个正在放声的扬声器纸盆,会立即感到纸盆在振动,这个振动的纸盆就叫做声源。纸盆振动时激起周围空气的振动,于是在空气中形成一疏一密的声波向四面八方传播。声波所及的空间叫做声场。

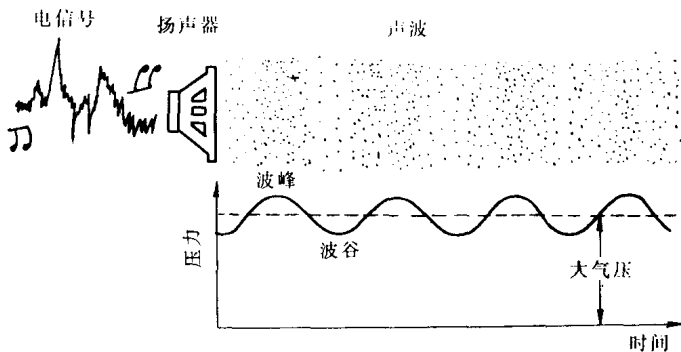


图 1-1 声波在空气中的瞬时传播

1.1.1 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,空气稀薄处压强降低。这种由声波引起的空气压强变化就叫做声压,用来计量声音的大小。声压用 p 表示,单位为 Pa (帕),它是声波幅度大于或小于标准大气压的数值,声压大小决

定声音的强弱。声压同大气压相比是非常微小的，说话时离嘴 0.5m 处的声压大约是 0.1Pa，声压低到 2×10^{-5} Pa 是人耳可听极限，这个极限叫做听阈。声压高到 20Pa 是人耳听觉的最高极限，超过这个极限人耳会感到痛痒，所以把它称做痛阈。

声源在单位时间内辐射的总声能叫做声功率，单位用 W（瓦）、mW（毫瓦）、 μ W（微瓦）表示。声功率的范围很广，小声耳语只有 10^{-9} W，而喷气式飞机则有 10^4 W，两者相差 10^{13} 倍。

垂直于传播方向单位面积上通过的平均功率叫做声强，用 I 表示，以 W/cm^2 为单位。声强与声源的声功率成正比，与离开声源距离的平方成反比，即距离增加 1 倍声强减少 1/4，距离增加 3 倍声强减少 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，如图 1-2 所示主要是几何扩散，从一个点的声源向周围均匀辐射出来的声能，必然通过一系列的扩大球面。因此，单位面积上的声能和球面半径的平方成反比变化。

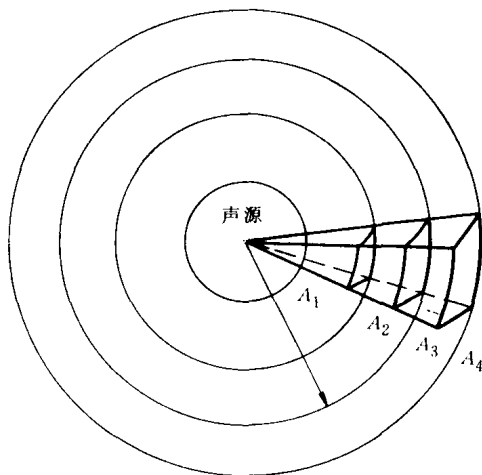


图 1-2 声能在空气中的几何扩散

1.1.2 声音的频率和频谱

声源每秒钟的振动次数叫做声音的频率，用 f 表示，单位是 Hz（赫）。1s 内振动次数越多，频率的数值越大，声调越高，反之，振动频率越低，声调越低。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，如日常生活中的语言、音乐、噪声，都是由多个频率组成的复合音。任何复杂的复合音都可看做是振幅不同的各种频率的叠加，可以利用仪器进行分解测试。

声音的频率很宽,人耳可听声的频率为 $20\sim 20000\text{Hz}$,高低相差 1000 倍。把宽广的频率划分成若干段落,即叫做频段或频带。组合起来的许多纯音集中在高频部分的叫高频声,集中在低频部分的叫低频声。许多声音包含着低频、中频、高频三个频段,一般把 $200\sim 300\text{Hz}$ 以下的频段称做低频, $500\sim 2000\text{Hz}$ 的频段称做中频, 4000Hz 以上的频段称做高频。通常划分频段的方法是频率每增加 1 倍为 1 倍频程,这同音乐的八度类似,例如 $125\sim 250\text{Hz}$ 或 $160\sim 320\text{Hz}$ 称做 1 倍频程或 1 倍频带。

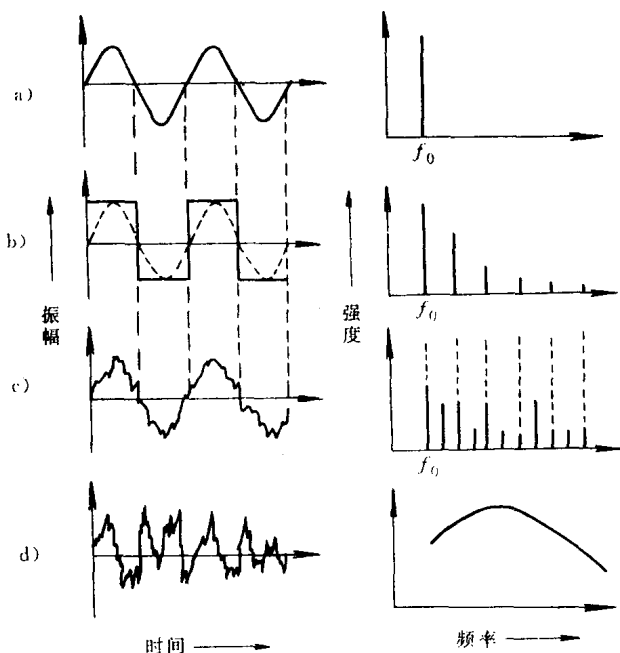


图 1-3 各类声音的频谱

a) 纯正弦波 b) 对称方波 c) 不规则的周期波 d) 随机噪声

许多具有不同频率不同强度的复合音,可利用图形来表示,以横坐标表示频率,纵坐标表示声压级,说明声音频率与强度的对应关系,这个图形称做频谱图简称频谱。图 1-3a 为纯正弦波,能量集中在基频,图 1-3b 为对称的方波与图 1-3a 的频率相同,但它

有基频和奇次谐波,图 1-3c 为不规则的周期波,它有基频和谐波,如小提琴等;图 1-3d 为随机噪声,如飞机发动机等声音。语言与音乐的频率范围大约 $20\sim 20000\text{Hz}$,但由于每种声音的谐波成分不同相对强度不同,即使相同的频率范围,其音色也不完全相同,频谱中的谐波和声强分布,决定每种声音的音色。对声音的频率和强度的分析叫做频谱分析。

1.1.3 谐波与包络波

一个声波的频率为另一声波频率的整数倍时,就把它称做另一声波的谐波。例如 1000Hz 是 500Hz 的谐波。如果把 500Hz 称做基波或一次谐波, 1000Hz 就称做二次谐波, 1500Hz 则称做三次谐波,因为它们都是基波的 2 倍或 3 倍。语言、音乐都是由基波与谐波组成,这些复杂的波都可以进行分析。图 1-4a 的复杂波可以分解成图 1-4b 的 4 个谐波,而每个谐波都为正弦波,反之,4 个正弦波相加也可以获得图 1-4a 的复杂波。

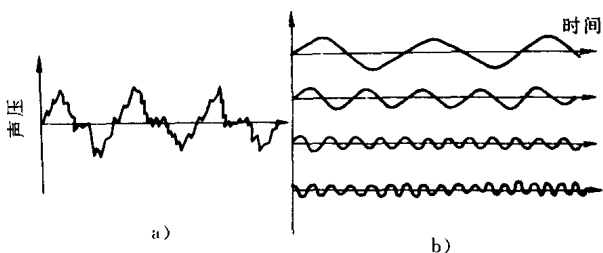


图 1-4 复合波的分解

a) 复杂波 b) 分解后的谐波

包络波是随时间变化的波,它由三部分组成,即起始增长、内动态和衰变。声波的强度开始增加称做起始增长,内动态则是声波增强、减弱与稳定的过程,衰变则是声波停止的方式。图 1-5 为不同乐器的包络波,图 a 为单簧管某个音的包络波,1 为起始增长,3 为内动态,4 为衰变,它的特点是起始与衰变的时间都很长,图 b 为小鼓某个音的包络波,开始增长快瞬间振幅大,最后衰变

也快。图 c 为手风琴的包络波。

1.1.4 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，也就说改变了它原来的传播方向，如图 1-6 所示。同光的反射一样，S 为声源，A、B 为反射面，S' 为虚声源。声波碰到物体或墙壁时，将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。声波另一种反射现象是散射，当声波碰到凸形墙面时就进行散射，听音房间或录音室常利用散射来达到声波扩散的效果。所以常常利用凸形护墙板或圆柱体进行音乐厅、录音棚和听音房的室内装修。

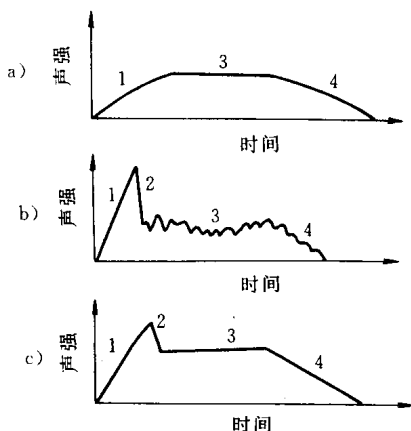


图 1-5 各类乐器的包络波

a) 单簧管某个音的包络波 b) 击小鼓的包络波 c) 手风琴某个音的包络波

1.1.5 混响和混响时间

声波在室内产生并向四周传播时，碰到光滑的物体或墙壁产生反射或散射，继续在室内传播，再次碰到光滑物体或墙壁而再次发生反射和散射，以此继续下去直到声音消失（碰到柔软粗糙物体时再被吸收），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 50ms 以内的反射声称做初次反射声。所谓混响时间，就是当声源发声停止后，室内混响声能密度衰减到它最初数值的百万分之一，即声能衰减 60dB（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装饰材料有关，听音间、录音室、音乐厅等处均应按需要控制混响时间。

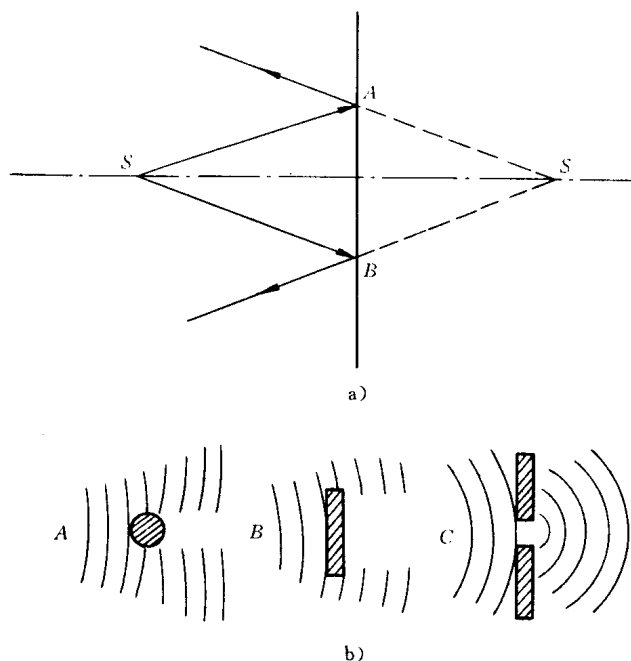


图 1-6 声波的反射和绕射

a) 声波的反射 b) 声波的绕射

1.2 人耳的听觉特性

前面讲过，由于物体振动而产生声波，声波通过空气向四面八方传播，这是声波客观物理特性。当声波传到人耳便激励鼓膜产生振动，经过听骨传到耳蜗，再经过耳蜗的听骨神经传到大脑，大脑对声波信号有了感觉，从而听到了声音，这是声音的生理和心理的主观现象。

人耳的听觉感受和对声音的识别是非常灵敏的，人耳听觉系统具有放大、换能、选择、定位的功能，可以辨别声音频率与声强的变化，可以从繁杂的声响中识别各种声音，即使最先进的科学技术也造不出这样灵敏的仪器。

1.2.1 听觉与声音频率及强度的关系

声音频率的可听范围随着声音强度的变化而变化，同时还因人而异，最大的可听范围大约为 $20 \sim 20000\text{Hz}$ ，分为 10 个音程，通常用音高表示。音调的高低主要取决于声音频率，频率高，音调也高，但音高与频率并不是成正比关系，而是成对数关系，因此不直接用频率表示音高，频率每增加或降低一倍则称做增加或降低 1 个倍频程，音乐上叫做增加或降低八度。

人耳听觉对同样强度但频率不同的声音，在主观听觉上是不同的。譬如对声压级相同的声音，对中频声则感到强，对低频声或高频声则感到弱，也就是说，它对中频敏感而对高频或低频感到迟钝。人耳的这种听觉频率特性通常用等响曲线来表示。等响曲线是通过对多数人的听觉测量而绘制出来的，可以认为，这些曲线具有一般人的听觉特点。图 1-7 为等响曲线图。

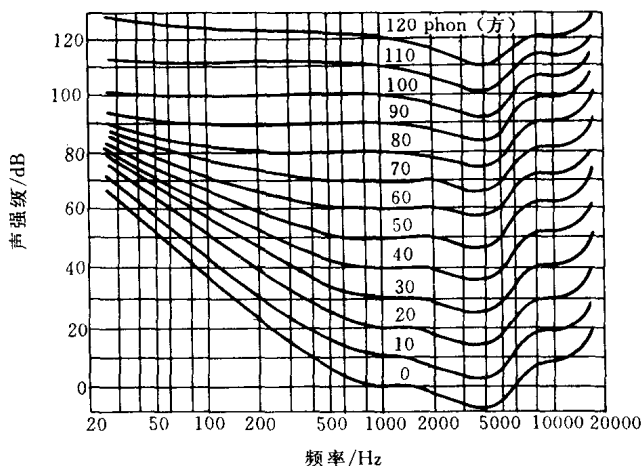


图 1-7 等响曲线

图中每一条曲线对应各个频率的声音强度，人耳听起来是等响的，所以称做等响曲线。听觉上的声音强弱定义为响度，要想定量地确定某一声音的响度，最简单的方式就是以 1000Hz 纯音作为标准，与这个标准音相比较。调节 1000Hz 纯音的声压级使之

与某一声音有同样的响度，这个声压级就定义为某一声音的响度级，它的单位是 phon(方)。对各种不同响度级分别画出响度曲线，每一条曲线代表一个响度等级，0phon 以下人耳是听不见的，声音响度超过 120phon 人耳则产生痛感。0~120phon 之间是人耳听觉的动态范围。

从图可以看出，响度级与强度有关，声压级提高，响度级也相应增大。与声音频率也有关，频率不同时，响度级也不同。不同频率的声音有不同的响度增长率，上方曲线较为平直，下方曲线变化较大，在声压级很低时，低频区的变化率大于高频区，也就是在低频区声压级很小的变化时，其响度就会有很大的变化。等响曲线 1000~5000Hz 的中高音区下凹，说明对这段中高音区特别灵敏，完全符合人耳听觉特性。

上述人耳听觉特性对音响设备的使用和节目欣赏极端重要。例如，播放音乐节目时，把设备的音量开大（即把声强加大），则感到高低音丰满宽厚，如把音量关小（即把声强减小），则感到声音变得干瘪单薄。又如节目录制的监听设备，需要以未来的放音标准来调整，以适应广大听众的听觉特性。由于响度与频率分不开，所以音响设备的频率补偿和音调调整，也必须适应人耳的听觉特性。

1.2.2 听觉对音色的辨别

人耳不但能辨别声音的响度和音调，而且还能辨别声音的音色，这里有客观物理量也有主观心理因素。音色是由声音的频谱结构和波形决定的。任何一个复合音都可分解为基音和谐波。例如钢琴和黑管的基音都是 100Hz，如演奏同一乐曲，即使响度一样，人耳也能分辨出是两种乐器，就是因为两者的声音频谱不同。波形是声音信号的时域表示，是非稳态连续信号，是个瞬态过程，所以音色还与声音的建立增长和衰减方式有密切关系，它由时间结构和频率结构，共同构成每种乐器的特有音色。

人耳听觉对音色的辨别和感受是复杂的。对于脉冲噪声或宽频带噪声的识别比较敏锐，对纯音或单频声音则比较迟钝，在复

合音中,对高频的辨别比低频辨别敏锐,所以音乐或语言高频越丰富越容易辨别其音色。音色是不可计量的,音色的辨别能力因人而异,同每个人的主观感觉、听感训练和音乐修养有着密切关系。

1.2.3 听觉对声源方位的辨别

人用一只耳朵可以辨别声音的音色、音调、强弱,但不能确定声源的具体方位。人耳对声源方位的辨别主要靠双耳,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到达的时间不同,便产生了时间、相位和强弱的差异,这些差异作用于中枢神经系统,使神经系统对声音传来的方向作出心理判断,这就是所谓的听觉定位。此外,人们的心理因素以及优先效应、耳壳等也有助于声源方位的辨别。

人耳辨别声源方位的能力,随着声音频率变化而不同,对频率高的声音方位感敏锐,对频率低的声音方位感则较为迟钝,对于频率特低的声音则辨别不出其方位。

1.2.4 听觉的掩蔽效应

一个声音的存在,会影响对另一声音的听觉能力,这种现象称做掩蔽效应。低频声可以掩蔽高频声,而高频声却难以掩蔽低频声。语言或音乐容易被低频噪声所掩蔽。较强的声音可以掩蔽较弱的声音,所以各种声音同时出现时,其强弱比例必须合适,特别是噪声同节目声之间的比例应尽量提高。掩蔽效应是一个复杂的生理和心理现象,它不仅与两个声音的声强有关,也与它们的频谱,以及相对方向,延续时间有关。

1.2.5 感觉声音所需时间

人耳感觉到声音需要一定的时间,一般至少需要 0.1s (秒)的持续时间,高频声需要时间短一些,大约在 0.05s 左右,声强较大的声音,需要的时间也会短些。所以人耳对瞬间的声音失真往往感觉不到。

人耳受声波激励后,仍会感到声音继续存在,这是由于听觉

神经疲劳而产生的余音现象，这个余音的残留也随频率高低、声音大小而异。余音残存的时间很短，大致在 $0.013 \sim 0.022\text{s}$ 之间。所以声强大的声音或频率低的声音往往因余音而影响听力。

1.3 声音的计量

人耳对声音的分辨能力，不仅与声压和声功率的绝对值有关，也与它们的相对值有关。为了适应人耳的听觉特性，可把声压或声功率分成若干级，这样既便于计量又适应人耳的听觉特性。分级有多种方法，我们采用每增加 10 倍（即一个数量级）作为一级的方法，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，压缩成很少的等级来计量。

1.3.1 级和分贝

怎样分级呢？一般采用对数方式，每 10 倍作为一级，如 1, 10, 100, 1000, ... 可写成 $10^0, 10^1, 10^2, 10^3 \dots 10^n$ ，其中 10 叫底数，如用对数表示 $10^2=100$ 时，可写成 $\log_{10}100=2$ ，也就是以 10 为底 100 的对数为 2。级的单位是贝尔，分级的单位用分贝 (dB) 表示。人耳的响度感觉可以用分贝计量，声学或电声技术也常用分贝计量。

1.3.2 声功率级和声强级

任何两个功率 P_1 和 P_2 ，可用它们的比值的对数值来表示，把它叫做级差。

$$\text{声功率级差} = 10 \lg \frac{P_1}{P_2} \quad (\text{dB})$$

比如功率 P_1 为 $1000\mu\text{W}$ (微瓦)，而 P_2 为 $10\mu\text{W}$ ，则两个比值为 100，如用功率 V 级表示时

$$10 \lg 1000/10 = 10 \lg 100 = 20\text{dB}$$

两者相差 20dB。

用分贝值表示某一声功率大小时，必须选用一个标准功率做参考值，一般把这个参考值叫做 0dB。参考功率 P_0 ，统一规定为 10^{-12}W ，如果分贝是负值，那就意味着它小于 10^{-12}W 。声功率或