

JIATING YINXIANG PEIZHI ANZHUANG TIAOSHI

家庭音响

配置·安装·调试

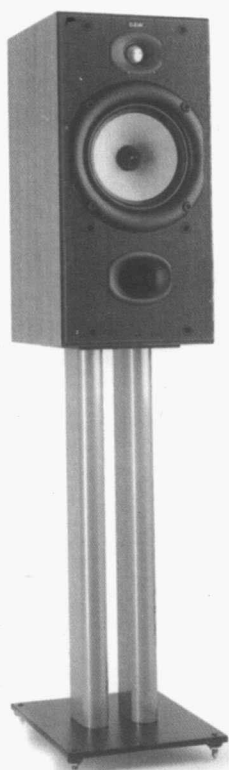
福建科学技术出版社



家庭音响

配置·安装·调试

魏添才 黄晞 杨惠聪 福建科学技术出版社



图书在版编目 (CIP) 数据

家庭音响设计、安装与调试/魏添才, 黄晞, 杨惠聪编著.
福州: 福建科学技术出版社, 2002. 2
ISBN 7-5335-1927-2

I. 家… II. ①魏…②黄… III. 音频设备-基本
知识 IV. TN912.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 002014 号

书 名	家庭音响设计、安装与调试
作 者	魏添才 黄晞 杨惠聪
出版发行	福建科学技术出版社 (福州市东水路 76 号, 邮编 350001)
经 销	各地新华书店
排 版	福建科学技术出版社照排室
印 刷	三明地质印刷厂
开 本	787 毫米×1092 毫米 1/16
印 张	11.5
插 页	2
字 数	278 千字
版 次	2002 年 2 月第 1 版
印 次	2002 年 2 月第 1 次印刷
印 数	1—3 000
书 号	ISBN 7-5335-1927-2/TN·253
定 价	18.70 元

书中如有印装质量问题, 可直接向本社调换

前 言

音响是一门技术，也是一门艺术。要想艺术地再现影音作品，应掌握音响系统的设计、安装和调试方法这三个技术环节，忽略其中任何一个环节都是不可取的。由于音响系统是一个与声学密切相关的系统，因此必须具备一定的声学知识，才能高效地掌握音响技术。

本书主要介绍与音响系统相关的声学知识及音响系统的组成、原理、设备、配置、安装和调试等内容，并力图通过简明扼要的理论指导操作使广大音响爱好者尽快掌握音响设计、安装与调试方法，从而在实践中避免盲目性，以达到事半功倍的效果。本书理论联系实际，注重实践，既适用于自学，又可作为大中专院校电子及音像应用专业的教材。

全书共分为十章。第一章为家庭音响系统概述，简要介绍了家庭高保真音响系统和家庭影院系统；第二章为音响音乐基础，介绍了声学基础，听觉的基本特性，房间的声学特性，音质的听觉与视觉，隔音技术以及语言、音乐与音响设备的关系；第三章为家庭音响系统的音质设计；第四章为家庭高保真立体声音响的音频设备；第五章为家庭高保真立体声音响系统的设计；第六章为家庭高保真立体声音响系统的配置与安装；第七章为家庭高保真立体声音响系统的调试；第八章为家庭影院音响设备；第九章为家庭影院音响系统；第十章为家庭影院的安装与调校。

本书在编写过程中，得到了厦门大学音响系统工程师蔡励元及漳浦职业中专学校林丽君、黄冬晖的大力支持；杨仲义、程顺义、陈国文、张振东等参加了资料的收集整理、文字的录入和绘图工作，在此谨表衷心的感谢。本书在编写中，还参阅了一些音响技术书刊和资料，借此一并向有关作者表示衷心的感谢。

由于水平有限，书中错漏之处难免，恳请广大读者批评指正。

编著者

2002年1月

目 录

第一章 家庭音响系统概述

第一节	家庭音响概述	(1)
第二节	家庭高保真立体声音响系统	(1)
第三节	家庭影院音响系统	(3)

第二章 音响音乐基础

第一节	声学基础	(6)
第二节	听觉的基本特性	(10)
第三节	房间的声学特性	(11)
第四节	音质的听觉与视觉	(14)
第五节	隔音技术	(16)

第三章 家庭音响系统的音质设计

第一节	音质的设计	(18)
第二节	房间的体型设计	(19)
第三节	房间的混响设计	(20)

第四章 家庭高保真立体声音响的音频设备

第一节	话筒	(24)
一、	话筒的工作原理	(24)
二、	话筒的种类	(24)
三、	话筒的主要技术指标	(25)
四、	话筒的选择要点	(27)
五、	话筒的使用	(28)
六、	话筒的维护与维修	(28)
第二节	激光唱机	(30)
一、	激光唱机的工作原理	(30)
二、	激光唱机的特性	(30)
三、	激光唱机的选购	(31)

四、激光唱机的使用与维护	(32)
第三节 均衡器	(34)
一、均衡器的种类及特点	(34)
二、均衡器的技术指标	(36)
三、均衡器的使用方法	(37)
第四节 放大器	(39)
一、高保真立体声放大器的工作原理	(39)
二、高保真立体声放大器的分类	(41)
三、高保真立体声放大器的主要技术指标	(42)
四、高保真立体声(卡拉OK)放大器的选购	(43)
五、高保真立体声放大器的使用与维护	(45)
六、高保真立体声放大器的故障排除	(46)
第五节 音箱	(48)
一、扬声器的参数	(48)
二、音箱的分类	(50)
三、高保真组合音箱的要求	(54)
四、高保真音箱与监听音箱的异同	(55)
五、音箱的选购	(55)
六、音频线和视频线	(56)

第五章 家庭高保真立体声音响系统的设计

第一节 高保真立体声音响系统的设计要点	(62)
第二节 高保真立体声音响系统设计的基本要求	(63)
第三节 家庭高保真立体声音响系统的设计	(65)
一、家庭音响室的作用	(65)
二、家庭音响室的条件	(65)
三、音响室房间的声学设计	(66)
四、家庭音响室的听测	(70)
五、家庭高保真立体声音响系统功率设计	(70)
六、音响设备的确定	(71)

第六章 家庭高保真立体声音响系统的配置与安装

第一节 家庭高保真音响系统的配置原则	(74)
第二节 高保真立体声(卡拉OK)音响系统的搭配	(75)
一、放大器与音箱的搭配	(76)
二、CD机与功率放大器的搭配	(77)
三、音响器材的互补搭配	(78)

第三节 高保真立体声音响系统音箱的摆位	(80)
一、音箱摆位对声音的影响	(80)
二、高保真立体声音响系统音箱的摆位方法	(82)

第七章 家庭高保真立体声音响系统的调试

第一节 听音的评价术语	(85)
第二节 主观听音与客观技术指标的矛盾及统一	(87)
第三节 高保真立体声音响系统的调校	(87)
一、音源的调校	(87)
二、放大器的调校	(88)
三、音箱的调校	(88)
第四节 高保真立体声音响系统的调音技巧	(89)
一、高保真立体声音响系统的常规操作	(90)
二、高保真立体声卡拉 OK 音响系统的调音技巧	(90)

第八章 家庭影院音响设备

第一节 LD 影碟机	(93)
一、LD 影碟机的工作原理	(93)
二、LD 影碟机的技术特性	(94)
三、LD 影碟机的使用	(95)
第二节 VCD 影碟机	(96)
一、VCD 影碟机的发展简史	(96)
二、VCD 影碟机的工作原理	(96)
三、VCD 影碟机的特性	(98)
四、VCD 影碟机的选择与使用	(99)
第三节 CVD、SVCD 和超级 VCD 影碟机	(100)
一、CVD 影碟机	(100)
二、SVCD 影碟机	(101)
三、CVD、SVCD 及超级 VCD 影碟机的统一	(102)
第四节 DVD 影碟机	(103)
一、DVD 影碟机的发展历程	(103)
二、DVD 影碟机的现状	(104)
三、VCD、CVD、SVCD、DVD 影碟机的性能比较	(105)
四、DVD 影碟机概览	(105)
第五节 光盘录像机	(109)
一、光盘录像机简介	(109)
二、光盘录像机的主要特点	(109)

三、光盘录像机在家庭中的应用	(110)
第六节 电视接收机	(111)
一、电视接收机的发展动向	(111)
二、电视的制式	(113)
三、电视的伴音制式	(114)
四、投影电视	(115)
五、电视接收机的主要技术指标	(116)
第七节 多声道放大器和解码器	(118)
一、杜比定向逻辑	(118)
二、DSP 数字声场处理	(119)
三、杜比 AC-3	(119)
四、THX	(120)
五、数字影院系统——DTS	(121)
六、三种典型环绕声系统的比较	(121)
七、放大器部分	(122)
八、解码器	(122)
九、AV 功率放大器的选购	(124)
十、AV 功率放大器举例	(127)
第八节 家庭影院的音箱系统	(130)
一、家庭影院音箱系统的概述	(130)
二、家庭影院音箱系统的要求	(132)
三、家庭影院音箱系统中各音箱的频响要求	(133)

第九章 家庭影院音响系统

第一节 家庭影院音响系统的设计与配置	(134)
一、家庭影院的声场环境	(134)
二、家庭影院的视觉环境	(135)
三、显示设备的设计	(135)
四、音箱灵敏度与 AV 功放的功率选择	(137)
第二节 家庭影院房间的建造	(139)
一、家庭影院的隔音	(139)
二、家庭影院房间的隔音方法	(140)
三、家庭影院房间反响的控制	(142)
第三节 家庭影院音响系统的配置	(143)
一、家庭影院音响系统的配置原则	(143)
二、家庭影院音响系统的配置类型	(146)
三、家庭影院音响系统的配置举例	(147)
第四节 家庭影院音箱系统的配置	(151)

一、主音箱的风格和选择.....	(152)
二、中置音箱的选择及工作模式.....	(152)
三、环绕音箱的要求及配置.....	(154)
四、有源超低音音箱的配置.....	(155)
五、家庭影院系统配置实例.....	(155)

第十章 家庭影院的安装与调校

第一节 家庭影院系统的安装与布局	(160)
一、VCD 机的系统连接	(160)
二、家庭影院音响系统的连接.....	(161)
第二节 家庭影院系统音箱的摆位	(163)
一、主音箱的摆位.....	(163)
二、中置音箱的摆位.....	(164)
三、环绕音箱的摆位.....	(165)
四、超低音音箱的摆位.....	(166)
第三节 几种家庭影院音箱系统的摆位	(167)
一、杜比定向逻辑环绕声音箱系统的摆位.....	(167)
二、家庭 THX 的音箱摆位	(168)
三、雅马哈 Cinema DSP 的音箱摆位	(168)
四、杜比 AC-3 系统的音箱摆位	(169)
五、数字影院环绕声系统——DTS 系统的音箱摆位	(169)
六、杜比数字环绕声 EX 系统的音箱摆位	(169)
七、几种特殊形状房间的音箱摆位.....	(169)
第四节 家庭影院系统的调校	(171)
一、音频的调校.....	(171)
二、视频的调校.....	(172)

第一章 家庭音响系统概述

第一节 家庭音响概述

音响是生理学、心理学、建筑声学、光学、机械学、力学、计算机、自动控制及音乐等多学科相互渗透而形成的一门边缘科学。它是一门技术，同时又是一门艺术，技术是手段，艺术是目的。把技术和艺术尽善尽美地结合就构成了音响的“发烧”。

家庭音响系统的最终目的是供人们欣赏音乐、戏剧及影视等艺术作品的，因此设计时必须考虑到与人们的主观因素紧密相关的音质问题，这就是“高保真度”的概念。另外，人们为了追求音乐厅内的听音效果，又提出了立体声的概念。随着人们生活水平的提高，又出现了自娱自乐的卡拉 OK 音响系统。近一两年，家庭影院开始成为家庭电子消费的新时尚。

音响系统由不可分割的四个子系统组成：即听觉子系统、硬件子系统（音响器材）、软件子系统（节目源）与环境子系统。这四个子系统的关系为：储存声源的软件子系统（这里包含必要的硬件，比如 CD、VCD、超级 VCD、DVD 等）给硬件子系统提供信号，硬件子系统对信号进行处理后，再通过扬声器还原为声源传送给人们的听觉子系统，这三个子系统同处于环境子系统（比如听音室）中。各子系统本身必须性能优良，而且还要相互匹配，紧密合作，才能达到人们要求的高质量的音响效果。

音响系统的硬件子系统由信号源系统、放大器系统及扬声器系统三大部分组成，每个系统又含有各种不同的设备。音响设备通常有专业音响和家用音响两大类。家用音响又可分为组合音响和音响组合。组合音响是由音响生产厂家统一配好的普及型音响，也称为套装音响；音响组合是用户自己选择设备搭配而成的音响。随着科技的发展，家用音响中的设备与专业音响设备在性能和质量上的差距已越来越小，甚至开始互相渗透。

现在我们所介绍的音响系统大多是指音响设备。家庭音响系统是由音源、放大器和音箱三个部分组成。音源设备有录音座、激光唱机、激光影碟机等；放大器有前置、环绕声放大器、功率放大器等；音箱有左、右声道主音箱、中置音箱、环绕音箱、超重低音箱等。这些设备配上各种软件，如磁带、CD 唱盘、激光视盘等就组成了完整的音响系统，如果再配上视频设备即可组成当今流行的“家庭影院”系统。家庭音响系统根据其用途的不同可分为家庭高保真立体声音响系统和家庭影院音响系统。

第二节 家庭高保真立体声音响系统

高保真度（High-Fidelity，简称 Hi-Fi）是用于评价高质量放音系统如实重现原有声源特性的术语。高保真度是指重放声音的各种畸变（失真）非常小，以致主观感觉已无法分辨。高保真就是要求如实地记录和重放原有声源的特性而在主观上不引起畸变的感觉。高保真放声是指建立在客观物理基础上并得到大多数听众确认的音质的声音记录——重放系统，当然也包括对录、放声进行必要的加工，按照主观爱好来美化声音的技术（例如频率校正、信号延

时、人工混响等)。

立体声是指人所能听到的声音具有空间、远近和临场感等感觉的声音。立体声作为一种先进的放声技术，恢复了人类用耳聆听声音的感觉，即加强了所听到声音的临场感并再现原来声场中各个声源的方位与空间分布等。与单通道放音系统相比，立体声系统在放音、抗干扰和获得方向感等方面都有较大的发展。

1. 立体声的特点

立体声应用技术，经过几十年的发展，已经出现多种立体声方式。作为记录、广播、重放的成熟及普及程度，应首推双通道立体声方式。近年来，四通道立体声方式得到迅速发展，特别是数字声频的出现，对四通道以及更多通道的立体声的发展起到了促进作用。立体声和单通道相比具有以下特点。

①立体声系统放音时声像分布宽广，这是立体声最突出、最优秀、最容易被觉察的一个特点。

②立体声系统放音时声音的清晰度高。

③立体声系统放音时噪声干扰程度小。

④立体声系统放音时声部平衡性能好。

⑤立体声系统放音时重放声音自然逼真。

立体声系统与单声道系统相比较，不仅重放出声音信号，而且还给出了各个声源的具体位置的信息，从而使重放声音更加自然、逼真。

2. 立体声系统

随着科学技术的发展，实用的立体声技术有了很大的进步。立体声系统从原来的双通道发展到三通道、四通道甚至七通道。立体声系统的通道数越多，其立体声效果越好。立体声系统是利用电声技术与方法，合理地解决原有声源和声音重放之间的相互关系的录、放音系统。

(1) 双通道立体声系统

双通道立体声系统是用两个传声器拾取现场演奏的声音，用两个独立通道传输，并由分别放置的两只扬声器重放声音的一种高保真立体声系统。它在主观上恢复了用双耳听音的感觉，改善了信噪比，提高了清晰度，加强了临场感。双通道立体声基本上能够再现实际声场中各个声源的方位和空间分布。

过去的高保真立体声系统的音源有调谐器、唱片(LP)和磁带，近年来出现了数字声频技术，音源设备不断丰富，有CD、LD、DCC、DAT、MD、VCD、CVD、SVCD、超级VCD以及DVD等。双通道立体声系统技术已经比较完善且得到了相当的普及(图1-1为双通道立体声系统的框图)。双通道立体声系统的拾音制式根据使用传声器的指向性和它的分布方法分为AB制、XY制、MS制。

(2) 四通道立体声系统

双通道立体声系统能给出声音的方向感，但仍存在明显的不足。双通道立体声声像

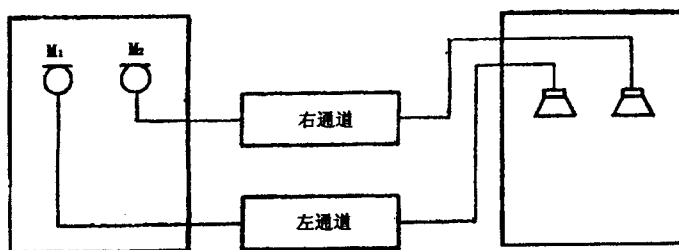


图 1-1 双通道立体声系统

主要在两只扬声器之间大约90°张角内,除了响度差别外,只有不太明显的三维立体声效果。四通道立体声系统采用四个传声器,其声音通道也是四个。图 1-2 为常见四通道立体声系统的框图。四通道立体声系统试图在重放音乐时部分地再现演出现场的环境声以产生更真实的空间感。

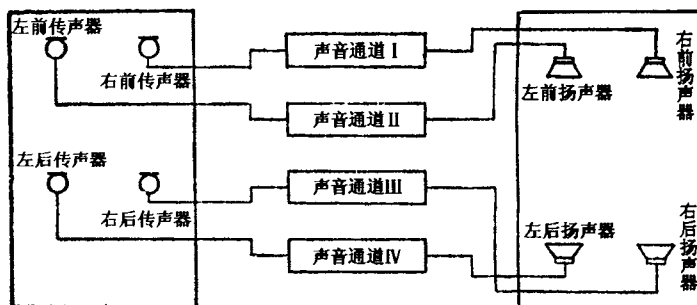


图 1-2 常见四通道立体声系统的框图

四通道立体声系统的四

个传声器中的两个靠近舞台,拾取舞台的直达声,另两个传声器拾取反映环境声效果的混响信号。四个传声器拾取的信号由四个独立的声音通道传送给扬声器。四个扬声器同传声器的位置对应,前左、前右重放舞台的直达声,后左、后右重放反映环境效果的混响声。而听音者因前后方有扬声器,不仅在横向有临场感,而且有了被声音包围的感觉,因而称为环绕立体声。

(3) 仿立体声系统

仿立体声系统只有一个声音通道。在重放时,将单通道的声音信号经处理后产生模拟立体声。常用的方法是将高频及低频部分的信号经滤波器分开,然后分别送至高音及低音扬声器。尽管这种做法产生的立体感还不很强,但因其成本低廉而易被人们所接受。

3. 高保真立体声音响系统

传统的高保真音响系统都是双声道放音系统。听音者坐在所规定的听音位置上(人们俗称“皇帝位”),可以感受到舞台平面上传来的声音,即使合上眼睛也能使人感觉到舞台的每个人物和乐器的位置,音像的中心位置定位于两个音箱的中间位置。但是,实际的录音音场和听音音场,都是在确定的建筑空间里,例如我们坐在歌舞剧院或在居室内听声音时,人耳既听到声音的直达声,也听到了反射声和多次反射声,这种声音效果不是平面的声音效果,而是一种环绕的立体声效果,显然双声道立体声的重放系统很难达到环绕声效果。要达到环绕声效果,必须在原来聆听者前方左(L)、右(R)两音箱以外,即在聆听者左右两侧或者后方加设产生特殊效果的辅助音箱,人为地输入特殊音响信号,以便营造出广阔的音场,并获得准确的音像定位。显然,这种高保真已经不是原来意义上的高保真概念,这种音响系统也不是原来的双声道放音系统了。

还有,随着音响技术的发展,人们对重放声音产生了更高、更新的要求,不仅希望能够重放原音乐效果,还希望对音频信号进行预加工处理,将声音进一步修饰和美化,重放声音要更优美动听,坐在家就能听到音乐厅那样的临场效果。但是这种经过加工处理而再现的声音,可能不是原汁原味了,也已经不是原来意义上的高保真重放效果。

第三节 家庭影院音响系统

随着电视技术的发展、各种高清晰度大屏幕电视的普及,激光影碟机、高保真录像机和摄像机的新品种层出不穷,价格逐年下降。环绕声、立体声技术水平日益提高。杜比环绕声系统,特别是各类数码立体声系统的出现,把人们的物质文化生活水平提高到一个新的阶段。

人们已不满足于听音乐、听广播剧，同时也不满足于到电影院看电影，希望把电影院搬到家里，在家中看电影，并在家中感受电影院里看电影的那种艺术效果。于是家庭影院诞生了，与之相对应的家庭影院音响系统也就诞生了。

家庭影院是营造与电影院相同影音效果的 AV 系统，具有最佳声像的动态效果和三维空间的声场魅力。家庭影院成为 20 世纪末家庭电子消费的潮流。

1. 家庭影院简介

家庭影院不仅要考虑设备的配置，还必须考虑房间的声场条件。音响设备的配置不同，家庭影院的档次和效果也不同。从不同角度来分析，家庭影院的定义是不相同的，要准确地定义家庭影院，必须先了解家庭影院的由来与发展。

20 世纪 70 年代，美国和西欧一些电影院为了吸引观众、增加收入，采用宽银幕电影，增加立体声播放，后来又应用杜比立体声技术，制作了四声道、七声道、八声道的电影片，获得了意想不到的神奇效果，使观众出神入化地置身于三维空间中，进入具有纵深感、层次感、临场感的境界，使电影行业登上新的台阶。

20 世纪 80 年代初，美国杜比实验室研制出杜比环绕声技术，将四声道的信息经过杜比编码器记录在二声道的磁带上，重放时又将二声道恢复为四声道，加上大屏幕彩电，使用者在家中就能感受到以前只能在电影院中才能感受到的那种震撼人心、逼真的动感和临场感，获得了独具魅力、声像合一的享受。

此后，美国鲁卡斯电影制片公司推出了高保真、高质量的 THX 电影系统，并制定了 THX 电影系统的技术标准。家庭影院模拟 THX 电影标准形成的独立 AV 系统，称为 THX 家庭影院。

1986 年，日本雅马哈公司采用数码音场处理技术，模拟出数十种逼真的音场效果，如音乐厅、歌剧院、教堂、体育馆、爵士乐俱乐部、电影院、电视剧场等，供用户选择。这种多模式音场系统称为 DSP 系统，按照 DSP 规格配置的家庭影院称为 DSP 家庭影院。

综上所述，家庭影院的定义应是：具有高清晰度优质画面的大屏幕彩电（73 厘米以上）及应用杜比环绕声/THX/DSP 等技术配置的 AV 设备和房间组成的家庭视听系统。

2. 家庭影院的构成

家庭影院音响系统又称家庭声像系统，是由 73 厘米（29 英寸）以上大屏幕彩电（或大屏幕彩色投影机）、高质量的 AV 节目源、环绕声放大器（或环绕声解码器与多声道功率放大器组合）、音箱系统（前置主音箱、中置音箱、环绕音箱、超重低音箱组成）构成的具有环绕声影院视听效果的家用户视听系统（图 1-3）。

环绕声放大器又称 AV 功率放大器，是家庭影院系统的核心设备，它具有选择节目源，选择声场模式，控制各声道音量、音色、延时、匹配，选择环绕等功能。根据声场模式的不同，环绕声放大器分为杜比定向逻辑 AV 功率放大器、DSP 数字声场处理 AV 功率放大器、THX 环绕 AV 功率放大器三大

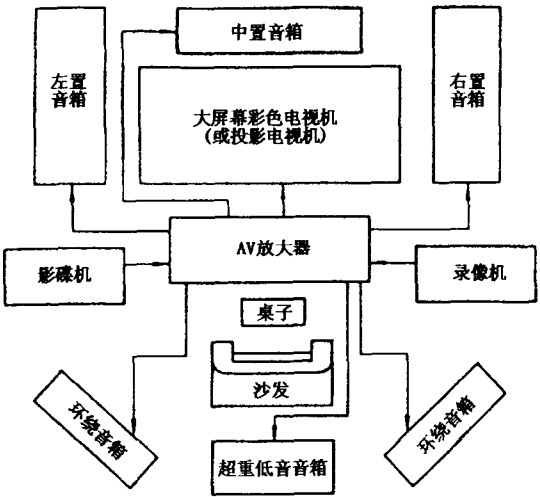


图 1-3 家庭影院构成框图

类。根据功率放大器和杜比环绕声解码器的组合方式，AV 功率放大器又分为以下三种。

①综合型 AV 功率放大器（见图 1-4）。在放大器内设置有多路功率放大器，只要接上对应的音箱，就可工作。

②前置型 AV 功率放大器（见图 1-5）。这种 AV 功率放大器中的解码器能解码出 L（左）、R（右）、C（中置）、S（环绕）四路电压信号，再送到各相应的功率放大器进行功率放大，推动外接音箱。这种方式便于使用者选择功率放大器。

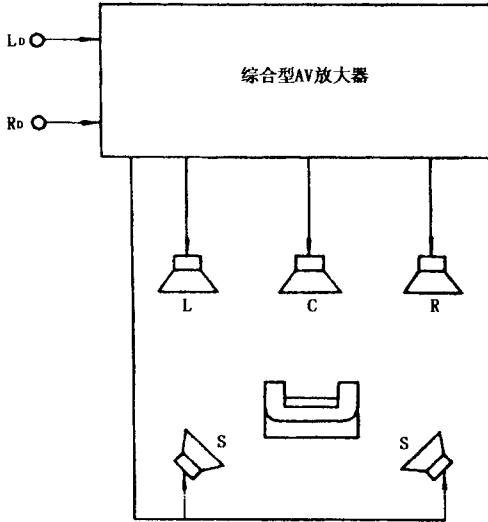


图 1-4 综合型 AV 功率放大器

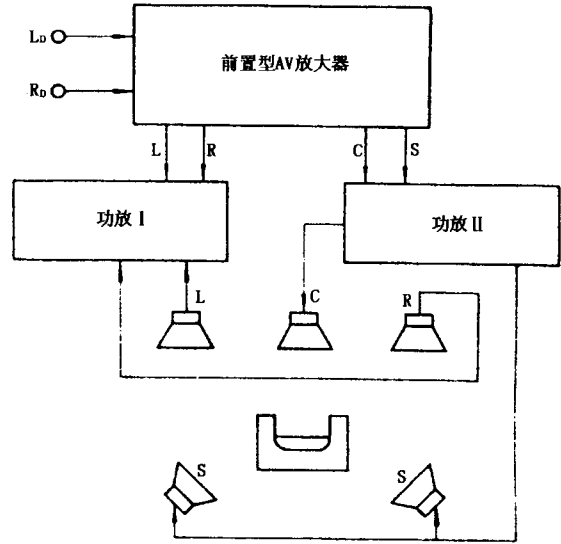


图 1-5 前置型 AV 功率放大器

③环绕声分离型 AV 功率放大器（见图 1-6）。对于原有高保真立体声音响系统的用户可以对原有设备进行升级，将原来的立体声功率放大器作为环绕声功率放大器。而另配环绕声分离型 AV 功率放大器来推动主音箱。

家庭影院音箱系统强调大动态和高承载力，一般配 5~6 个音箱。主音箱要求频响宽、动态大、有较好音色，是主要放声的音箱。中置音箱的作用主要是配合画面人物对白以确保影像和谐，频率下限不高于 80Hz。环绕音箱是重放环境背景声的音箱，频响要求与中置音箱类似，体积越小越好，以便于放置。对于要求高一些的家庭影院，还应有超重低音箱，来承担 120Hz 以下的低音重放。

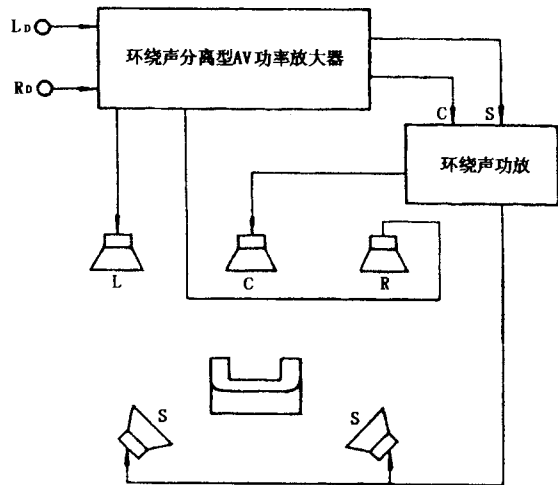


图 1-6 环绕声分离型 AV 功率放大器

第二章 音响音乐基础

第一节 声学基础

声波是在弹性媒体中传播的一种机械波。声波的振动频率在 20Hz 至 20kHz 时,能引起人的听觉器官的反应,也就是听到了声音。频率高于 20kHz 时,我们称其为超声波;频率低于 20Hz 时,称为次声波。下面简要介绍描述声波的主要物理量和声波的主要特性。

1. 分贝

分贝 (dB) 是声学中一个重要的度量单位,其定义为两个功率的比值取常用对数后,再乘以 10。

dB 是 deic Bel 的缩写,用以表达电压、电流、功率、声压级的相对值,和电平、电平比以及设备的放大倍数等。

在声学上,当声音的强度成 10 倍、100 倍、1000 倍地增长时,人耳所能感觉到的声音增长只是 1 倍、2 倍、3 倍,这说明人耳所感觉到的声音响度(声强的主观感觉称为声音响度)并不与输入功率成正比关系。特别是当输入到音箱的功率增大时,人耳听到的声响是与以 10 为底的对数成正比增长。

实践证明,采用对数形式表示这两种物理量的相对关系,大致符合人体感官对声音信号的辨别规律。在音响系统中,用增益标志其特征,并不能反映其在人耳听觉上对声音响度增强的效果。为了适应人类的生理特点,就将信号放大 10 倍作为 1 个单位的增益;放大 100 倍作为 2 个单位的增益,单位是贝尔 (Bel),它是为了纪念发明家贝尔而命名的。由于贝尔的量值太大,实际应用中用它的 1/10 作为基本单位,称之为分贝,用符号 dB 表示。

2. 声压与声压级

当声波不存在时,空气层处于平衡状态,各个位置的气压相等。当声波出现时,由于声波的作用,使得声波所在的媒质各部分产生压缩与膨胀的周期性变化,在空气密集处压强增大,稀薄处压强减小。这种由声波引起的压强变化称为声压。

声压一般用 p 表示,单位是帕 (Pa)。声压的大小反映了声波振动的强弱,同时也决定了声音的大小。声压很低(小于 $0.0002\mu\text{Pa}$) 时,人耳就无法听到声音。在自由声场(没有任何反射的声场)中,声压的大小和距离成反比。由于实际声场存在着不同程度的反射,而且实际声源都有一定的指向性,所以实际声压随距离衰减的速度比自由声场慢得多,在室内更是如此。

人们所能听到声音的声压范围极其宽广,所能听到的最低声压(听阈)到感觉耳痛的最高声压之间相差一百万倍。在这样的范围内,用声压的绝对大小来衡量声音的强弱则很不方便,要用一定精度仪器来度量也是十分困难的。而且从人耳分辨力看,主观上产生的“响度感觉”并不是正比于声压的绝对值,而是正比于声压的对数。因此,我们常用声压的相对大小表示声压的强弱,这就是声压级。

声压级是实际声压 p 和基准声压 p_{ref} 的比值取常用对数乘以 20,即:

$$\text{声压级 (SPL)} = 20\lg (p/p_{\text{ref}}) \quad \text{单位: 分贝 (dB)}$$

式中 p_{ref} ——基准声压, 在空气中一般取 $2 \times 10^{-5} \text{Pa}$ 。

为了让大家对声压级的大小有个数量概念, 表 2-1 举出几个典型的例子以供参考。

表 2-1 几种典型声源所发出声音的声压级

声压 (μPa)	声压级 (dB)	感受程度	典型声源
2000	140	不能忍受疼痛感	飞机发动机 (5m), 汽锤 (1m)
200	120		雷声, 汽车喇叭 (1m)
20	100	很响	大型客车内部, 机床 (1m)
2.0	80	响	演讲 (1m), 汽车 (10m)
0.2	60	一般	对话 (1m), 收音机中等音量以下
0.02	40		安静郊区, 手表摆动声 (10cm)
0.002	20	微弱	自己呼吸声, 最低可听到下限
0.0002	0		

3. 音调

音调又称音高, 是人们对声音的一种主观感受, 它主要决定于声波的频率。频率越高, 音调也越高; 频率越低, 音调越低。但音调也与声压和波形有关。低音调使人听起来深沉、震撼; 而高音调则使人感到高亢、尖利。

音调的单位是美 (mel)。频率为 1000Hz, 声压级为 60dB (参考声压为 $20\mu\text{Pa}$) 的一个纯音, 产生的音调是 1000mel, 并被作为基准音调。

音调虽然由频率的高低决定, 但也与发声持续时间的长短有关。当持续时间在 0.05s 以下时, 会感到音调明显下降。持续时间越短, 音调下降的感觉越明显。如果再缩短时间, 甚至就听不到纯音, 而只有“喀嚓”声的感觉。

人耳对音调变化的反应不成线性关系, 而是成对数关系。因此, 人们不直接用频率来表示音调, 而是用频率的倍数或对数关系来表示音调。

4. 频率

声音能引起听觉的作用, 它不仅取决于声压的大小, 而且还和频率有关。频率是指单位时间内振动的次数。频率的符号用 “ f ” 表示, 单位是赫兹 (Hz), 简称赫。如: 1 秒钟内振动 100 次, 它的频率就是 100 赫。不同频率的声音信号便能感觉到音调的不同, 简单地说频率越高, 音调也越高。

人耳可听到的频率范围是 20Hz 至 20kHz。这是一个大概范围, 实际所能听到的频率范围是因人而异的。

频率低于 20Hz 的声波称为次声波; 高于 20kHz 的声波称为超声波。次声波和超声波人耳都是听不到的, 因而, 次声波和超声波即使振幅很大, 其响度也为零。

声音可以是单频率的纯音, 但绝大多数声音是由多个频率成分组成的复音。我们在生活中遇到的语言、音乐、噪声大多是复音。复音可以为多个纯音之和。如果组合起来的多个纯音都集中在高频部分, 称为高频声; 集中在低频部分, 称为低频声。习惯上把频率低于 60Hz 的声音称为超低音, 把 60~200Hz 称为低音, 把 200~1000Hz 称为中音, 把 1~5kHz 称为中

高音，把 5kHz 以上统称为高音。

5. 频带、上限截止频率、下限截止频率、倍频程

由于人耳可听到的频率范围大约在 20Hz 至 20kHz，在测量声压级时不可能测量这个范围中的每一个频率的声压级，测量总是在某个频率区间内进行，这个频率区间称为频带。在这个频率区间的下限频率称为下限截止频率 f_1 ，上限频率称为上限截止频率 f_2 。在声学中常用的频带宽度是倍频带，也称倍频程。一个倍频程是上限截止频率为下限截止频率两倍的频率带范围，即 $f_2=2f_1$ 。如果一个频谱要得到比倍频带更详细的资料，可采用 1/3 倍频带。

6. 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)。声速与传播的媒质及其状态有关，与声音的强弱和频率无关。在 15℃ 时，声音在空气中的声速约为 340m/s，随着温度升高而略有增大。

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

$$\lambda=c/f$$

由此可见，在相同条件下，频率越高，波长越短。

7. 声波反射和折射

当我们向河中投一小石块，则激起水波，此水波向四面传播。当水波遇到河岸时，就会被反射回来。与此相似，声音在传播过程中，如遇到坚硬的墙壁等障碍物时，也会产生反射现象。此时，反射声波和垂直于墙面的法线所形成的角度与入射声波和法线所形成的角度相等。图 2-1 为声波遇到墙时被反射的情形。

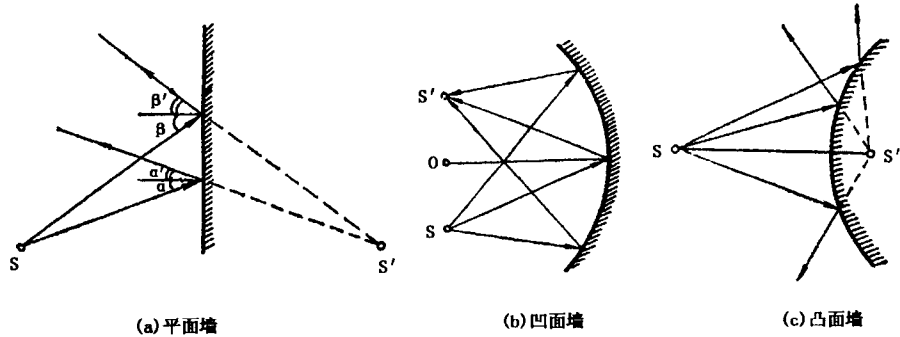


图 2-1 声波遇到墙时的反射

当声波遇到障碍物时，除了反射声波外，还有一部分声波将进入障碍物。进入障碍物的多少与障碍物的特性有关。由于这时声波从一种媒质进入另一种媒质，传播方向发生变化，我们把这种现象称为声波的折射。

8. 声波的衍射和散射

声波遇到墙壁或其他障碍物时会在边角上沿着物体的边缘而“弯曲”传播，这种现象称为声绕射（声衍射）。声衍射的程度取决于声波的波长与物体大小之间的关系。若声波的波长与物体长度的比值越大，则衍射越强；反之亦然。通常认为物体长度小于 $\lambda\sim5\lambda$ 时，入射声波基本上能绕过物体；相当于 $5\lambda\sim10\lambda$ 时还有一些绕射；接近于 30λ 时，几乎完全被遮挡，图 2-2 为声波绕射现象。而波长与物体长度的比值较小时，衍射较弱，有时甚至不产生衍射现象。因此对于同一障碍物，频率较低的声波较易衍射，而频率较高声波不易产生衍射现象。