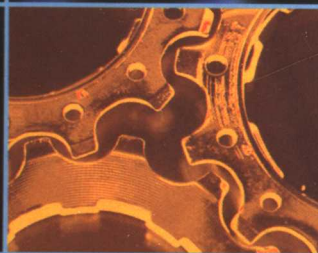


家电维修实战丛书

音响及家庭影院 维修实战

张虔铭 主编



电子科技大学出版社

家电维修实战丛书

音响及家庭影院 维修实战

张虔铭 主 编
文 利 副主编

电子科技大学出版社

内 容 简 介

本书是《家电维修实战丛书》之一,主要对 Hi-Fi 放大器、AV 放大器及数码卡拉 OK 放大器等的基础知识、基本原理及其检修技术作了较系统的介绍,其中包括晶体管式音频放大器、电子管式音频放大器及集成电路式音频放大器的必备基础理论知识;实用扬声器保护电路综述;目前国产 AV 放大器中常见而实用的高技术含量系统,如杜比定向逻辑环绕声处理系统、数码声场处理系统、家用 THX 系统、杜比 AC-3 系统、DTS 数码影院伴音系统、SRS-3D 系统、虚拟环绕声系统及 BBE 系统等;Hi-Fi/AV 放大器的实用维修技术等。并选用较具代表性的国产 Hi-Fi、AV 及 OK 器材的素材,对其电路特性和基本原理作了较详细的说明,还列举了百余个常见故障的实用检修实例,为家电维修人员提供了必备的基础理论知识和检修技术及经验。当然,这里列举的维修实例并不是为了“对号入座”,其目的在于启发思路、熟悉原理、总结经验、指点迷津。

本书图文并茂、知识系统、通俗易懂、实用性强,可供家电维修人员、广大电子爱好者、影音器材经销人员及家用电器专业师生等阅读参考,也可供家用 Hi-Fi/AV 器材的用户阅读了解有关家用 Hi-Fi/AV 器材的基本知识,能在知其然的基础上知其所以然,给正确使用器材带来极大帮助,此外,本书还适合作为家电维修的培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

音响及家庭影院维修实战/张虔铭主编. —成都:电子科技大学出版社,2001.7(家电维修实战丛书)
ISBN 7—81065—686—4

I. 音... I. 张... III. ①音频设备—维修②家庭影院—维修 N. ①TN912.207②TN946.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 039334 号

家电维修实战丛书 音响及家庭影院维修实战

张虔铭 主 编

文 利 副主编

出 版:电子科技大学出版社 (成都建设北路二段四号,邮编:610054)

责任编辑:朱 丹

发 行:新华书店

印 刷:西南冶金地质印刷厂

开 本:787×1092 1/16 印张 20.125 字数 487 千字

版 次:2001 年 7 月第 1 版

印 次:2001 年 7 月第 1 次印刷

书 号:ISBN 7—81065—686—4/TM·33

印 数:1—4000 册

定 价:25.00 元

前 言

随着视听技术的逐步完善和成熟、人们生活水平的不断提高以及对文化生活需求的重视,家用 Hi-Fi 系统、家庭影院系统和家用 Hi-Fi 及 AV 器材逐渐成为人们关注的热点,而且家用 Hi-Fi 系统和家庭影院系统正迅速进入千家万户,给家庭娱乐带来了新的乐趣,在家中就可感受到电影院的声场效果;不到 OK 厅,也能高歌几曲;不到音乐厅等场所,也能欣赏悦耳动听的乐曲,其临场感与音乐厅等场所相差无几。与此同时,家用 Hi-Fi/AV 器材的维修自然成为用户、家电维修人员等十分关注的问题,而且目前各种家用 Hi-Fi/AV 器材的技术含量高,电路结构日趋复杂,维修难度逐渐增大。鉴于这些实际情况,本书用通俗易懂的语言,采用以点带面、触类旁通的方法,介绍了家用 Hi-Fi/AV 放大器的基础理论、技术含量高的新技术和实用检修技术等,并以颇具代表性的国产家用 Hi-Fi/AV 设备为素材,对其电路特点和基本原理等作了翔实的说明,还列举了百余例常见故障检修实例。

全书共有五章,第一章概要介绍了家用音频放大器的类别、性能指标以及改善措施,Hi-Fi 放大器与 AV 放大器的各自特点及用 AV 放大器代替 Hi-Fi 放大器的弊端,然后分别对晶体管式音频放大器、电子管式音频放大器、集成电路式音频放大器的基本理论作了较系统的介绍,并列举了一些典型的应用电路,用于加深对基本理论的理解和供广大的影音爱好者自制或进行摩机和改进时参考。第二章通俗而系统地简述了目前在影音技术领域的声场处理系统,如杜比定向逻辑环绕声处理系统、数码声场处理系统、SRS-3D 系统、虚拟环绕声系统、BBE 技术等,可供家电维修人员、电子技术人员、影音爱好者及用户等阅读参考。第三章先概要介绍了 Hi-Fi/AV 放大器维修的必备基础知识,然后分别对电子管放大器和晶体管放大器的维修作了较系统的介绍,并给出了家庭影院系统的常见故障的检修流程,以利于初学者包括培训学员和一般家电维修人员等能更迅速地掌握影音器材的维修。由于一般家庭影院的放大器、高保真放大器和卡拉 OK 机的电路、结构均有很多相似之处,故第四、五章仅对国产优质的家用 Hi-Fi 及 AV、OK 器材的电路特点和基本原理作了通俗的介绍,并列举了百余个检修实例。

由于本书在选材上强调广泛性、系统性,理论阐述遵从循序渐进、由浅入深、全面分析又有侧重的原则,故本书既适合家电维修人员、广大电子爱好者、影音器材经销人员等阅读参考,也适合各大专院校与电子相关专业的师生参考。此外,本书也实为一本较好的家电维修的培训教材。

由于资料有限,时间仓促,加之编者理论水平及经验有限,书中错漏之处在所难免,恳请广大读者及业内同仁斧正。

此外,诸多参考文献的作者为开拓这一领域做了很有意义的工作,本书得以完成同他们的成果是分不开的,在此表示衷心的感谢。

编者

2001 年 1 月

目 录

基础理论篇

第一章 家用音频放大器	(2)
第一节 概述	(2)
一、音频放大器的分类	(2)
二、音频放大器的性能指标	(10)
第二节 晶体管式音频放大器	(15)
一、前置放大器	(15)
二、后级放大器	(29)
第三节 电子管式音频放大器	(38)
一、前置放大器	(38)
二、功率放大器	(39)
第四节 集成电路式音频放大器	(44)
一、集成运算放大器	(44)
二、集成功率放大器	(52)
第五节 扬声器保护电路	(58)
一、由分立元器件构成的保护电路	(59)
二、扬声器保护专用集成电路原理及其在音响设备中的应用	(74)
第二章 家庭影音中心	(84)
第一节 杜比定向逻辑环绕声处理系统	(84)
一、无源解码器	(84)
二、压控处理法	(87)
三、合成相消法	(90)
四、杜比定向逻辑解码电路实例	(91)
第二节 数码声场处理(DSP)系统	(103)
一、数字信号处理环绕声电路	(103)
二、数字声场处理环绕声电路	(105)
三、数字声场处理环绕声电路实例——YSS215	(106)
第三节 家用 THX 系统	(109)
一、THX 系统的特点	(109)

二、家庭 THX 系统的基本原理	(110)
第四节 杜比 AC-3 系统	(112)
一、杜比 AC-3 的基本原理	(113)
二、杜比 AC-3 解码器举例	(115)
第五节 DTS 数码影院声音系统	(117)
第六节 SRS-3D 系统	(117)
一、SRS 技术的原理	(117)
二、HRTF 听音规则	(118)
三、SRS 系统的组成方框图	(119)
四、SRS 电路举例——SRS5250	(119)
第七节 虚拟环绕声系统	(122)
一、虚拟环绕声技术的原理	(122)
二、虚拟环绕声电路举例	(123)
第八节 BBE 技术	(131)
一、BBE 技术的原理	(131)
二、BBE 电路举例	(132)
第九节 卡拉 OK 放大器	(138)

维修实战篇

第三章 Hi-Fi/AV 放大器的维修	(140)
第一节 概述	(140)
一、检修前的准备及注意事项	(140)
二、电子元器件和资料文献的准备	(141)
三、检修步骤和技巧	(141)
四、一般维修方法	(144)
第二节 电子管放大器的维修	(148)
一、概述	(148)
二、音调控制部分的检修	(154)
三、电压放大级的检修	(158)
四、功率推动级的检修	(162)
五、功率放大级的检修	(163)
六、偏压电路的检修	(170)
七、电源电路的检修	(174)
第三节 家用 Hi-Fi 放大器的维修	(182)
一、前置放大器	(182)
二、功率放大器	(187)
第四节 家庭影院音响系统的维修	(189)

第四章 湖山 Hi-Fi/AV 放大器	(193)
第一节 原理与特点	(193)
一、BK2×150A 功率放大器	(193)
二、BK2×100JMK II-95 型纯后级功率放大器	(195)
三、PSM-I 型纯后级功率放大器	(197)
四、PSM-96 型高保真纯后级功率放大器	(199)
五、BK2×100JMK II-99 型纯后级功率放大器	(200)
六、AVK100 型 AV 放大器	(202)
七、AVK200 型 AV 放大器	(203)
八、AV390 型 AV 放大器	(210)
九、SH-03/05 型卡拉 OK 机	(213)
第二节 检修实例	(220)
第五章 天逸 Hi-Fi/AV 放大器	(231)
第一节 原理及特点	(231)
一、AD-98T 型新型电流驱动放大器	(231)
二、AD-66/66A 型纯后级功率放大器	(233)
三、AD-86 型纯甲类合并式放大器	(236)
四、AD-2000/2000A 型杜比环绕声解码器	(239)
五、AD-5100A/3100A 型 AV 放大器	(244)
六、AD-6000/AD-7000 型 AV 放大器	(259)
七、AD-8000/8000E 型 AV 放大器	(268)
八、AD-280MK I 型卡拉 OK 机	(276)
九、AD-480 型卡拉 OK 机	(279)
十、AD-580MK I 型卡拉 OK 机	(282)
十一、AD-780/780A/780B 型卡拉 OK 机	(293)
第二节 检修实例	(298)

基础理论篇

第一章 家用音频放大器

声学中将室内声场分为两种：一种是以经典声学为基础的线性声学，其波形在传播中除振幅和相位外不发生变化，这便是几何音响学；另一种是以波动及其听觉变化为基础的波动音响学。波动音响中的非线性作用使人产生保真、失真及明显的声场感。电场学中将重放时的模拟声场与记录时的自然声场在听觉上的效果一致称为 Hi-Fi 立体声。Hi-Fi 是 High Fidelity 的简写，译为高保真。在这里，我们知道要做到高保真，需要满足如下几点：

(1) 源输出信号的失真极小，足以忽略。

(2) 音响设备在技术性能方面，具有极高的技术指标。

(3) 高保真聆听，使放音环境符合声学要求，且要求听音室符合高保真重放的条件和注意音箱的摆放。

与单声道相比，Hi-Fi 立体声重放能够在聆听者前方建立起一个“声舞台”。例如，当我们欣赏大型交响乐队的演奏时，能够感觉出每类甚至每件乐器的发声方位，整个乐队在立体声音箱间展开，具有一定的宽度及深度；大型合唱作品中独唱者与合唱群声像清晰可变；欣赏歌舞时，可以明显感到演员在舞台上边走边唱的移动声像，聆听者甚至忘记了音箱的存在，犹如在舞台前面聆听。另外，通过声音在室内反射形成的混响声，还能感觉到放音的空间感，大大加强了聆听室的临场感。聆听者好像置身于音乐厅内，被美妙的声音包围着，获得极大的艺术享受。

第一节 概 述

音频放大器是家用音响系统中的重要组成部分。家用音响系统一般是由音源设备、信号处理设备、低频功放及音箱等构成，其中，音响设备包括 CD 唱机、磁带卡座、MD 机、VCD 视盘机、超级 VCD 视盘机及 DVD 视盘机等；信号处理设备包括前置放大器、卡拉 OK 机、环绕声处理器及 BBE 处理器等。

一、音频放大器的分类

依据不同角度，音频放大器的分类方法有很多种，大致有以下几种分类法：

1. 按放大器的适用范围分

按放大器的适用范围可分为家用音频放大器和专业级音频放大器两类。

家用音频放大器主要用于家庭音乐欣赏或家庭娱乐,它又可分为家用高保真放大器和AV放大器两种。其中,家用高保真放大器主要用于家庭音乐欣赏或放送背景音乐,一般由两个相同结构的单声道放大器构成,其电路设计和用料等较为考究,但其输出功率余量较小,一般不适宜长期工作在满负荷状态。专业级音频放大器通常应用于歌舞厅、影剧院、体育场等场合,它能提供足够的音频输出功率,驱动专业音箱,以保证在一定的场地范围内得到较好的声音效果和一定的声压。与家用音频放大器相比,输出功率的富裕量充足,功率输出管的功率容量大,散热器的有效体积大,且声音的力度感较好,中频明亮通透,但音质偏硬、偏粗。

2. 按具体用途分

按其具体用途可分为Hi-Fi放大器、卡拉OK放大器及AV放大器等三种。

(1)Hi-Fi放大器

Hi-Fi放大器通常可分为前后级放大器和合并式放大器两种。前后级放大器一般由一台双声道前置放大器和一台双声道纯后级功率放大器组成。这里的前置放大器为小信号放大器,主要放大电压,故也称为电压放大器,其主要功能是将各种信号源较小的输出信号电压放大到所需要的幅度,以满足后级部分输入灵敏度的要求;纯后级功率放大器的主要功能是进一步将信号电平放大到一定幅度,再进行扩流,向负载扬声器提供足够大的驱动功率。合并式放大器是将前置放大器和功率放大器装在一起的放大器,故又称为综合放大器。

(2)卡拉OK放大器

卡拉OK放大器是专门用于家庭卡拉OK演唱或用于歌舞厅的一种专用放大器。它通常带有两种以上的传声器放大器,设有传声器音频信号混响处理电路,并有音乐信号与话筒信号混合的放大和信号处理电路的音频放大器。有的卡拉OK机内还内置有功率放大器,用这种带功放的卡拉OK机组成的家庭AV系统,可以不用再接功率放大器。

(3)AV放大器

AV放大器又称为AV扩音机或AV功放,它在家庭影院系统中作为整个系统的核心,起承上启下的作用。其主要有三个任务:一是完成对众多的视、音频输入信号的选择作用,对同一套信号源的输入音频和视频信号进行同步切换,不能发生失步或时间延迟等现象;二是完成对编码的声音信号进行解码,对声音信号进行信号处理,完成数字声场模式的变换,这是一项十分重要和繁杂的任务,通常利用大规模集成电路和微处理器来完成繁重的运算和控制任务;三是完成对解码输出的多声道信号进行功率放大,去驱动各路扬声器系统,最后可重放出影剧院那样的声场效果。

1)AV放大器的组成

依据AV放大器的三项主要任务,AV放大器应当设置多路功率放大器、音频信号处理电路和AV信号选择电路等几部分电路,此外,现代AV放大器还都设置有荧光屏显示和控制电路、遥控电路系统等。

①AV信号选择电路

传统功放的前级对输入信号进行电压放大,不会改变其组成成分,输入信号源的种类也比较少。而AV放大器可输入多种视频、音频信号,它的输入信号源种类远远超过Hi-Fi音响系统。AV信号选择电路可连接多种器件,例如磁带卡座、VRT(录像机)、MD、LD、CD、

VCD、超级 VCD、DVD 等。这些设备的音频和视频信号的输出信号可以同时接到 AV 信号选择电路的输入端,AV 信号选择电路是各种视频、音频信号源的汇聚处。各种设备之间的连接和断开工作十分麻烦,容易发生错误,设置 AV 信号选择电路后,各种信号的连接不需要再拔下来。

对各种信号的选择可利用 AV 放大器面板按键来控制,也可利用遥控器来操作,并能够在荧光显示屏上显示出来。

②视频同步增强电路

由于输入信号源种类多,情况复杂,为确保图像与音频同步地播放,该同步电路可保证送入 AV 放大器的视频信号与音频信号保持同步切换,并能够对传输中的信号衰减进行补偿校正,以使视频信号不失真地传输,得到声音与图像一致的效果。

③音频信号处理电路

音频信号处理电路是 AV 放大器的核心,它的工作任务已远远超过了传统的双声道信号的处理任务。它主要由杜比定向逻辑环绕声处理电路和 DSP 声效电路等组成,对已压缩信号进行解压,对编码信号进行解码,对音频信号进行数字处理、进行延时混响等。如果是 THX 放大器,还设置有 THX 解码器;若为雅马哈 Cinema DSP 放大器,还设置有独特的数字声场处理电路,还可对音频信号进行 D/A、A/D 变换等;若为杜比 AC-3 解码器,通常设置有杜比 AC-3 数字信号解调电路及 DTS 解码电路。通过该音频信号处理电路的模拟或数字处理,可产生更具有环绕声、现场感的音响效果。

这部分电路与 Hi-Fi 放大器一样,也设置有音量控制、高音及低音提升和衰减电路等。

④多路功率放大器

杜比环绕声 AV 放大器不同于双声道功放电路,它至少需要 4 声道功放电路,通常包括有前置左、右主声道、一个中置声道和一个环绕声道。有时中置声道和环绕声道设置有两路功放输出电路,这就变为 6 声道功放输出电路。若再加设超低音输出端口,加置一个有源超低音箱,就可说成是 7 路输出,各路声道都有自己的任务。若为雅马哈 Cinema DSP 系统,还应当再加置两路前场环绕声功放输出电路,以便取得极佳的环绕立体声场,实现逼真的空间感、临场感。

为了保证视听席位有足够的声压级和足够的功率储备,前置左、右主声道一般为 80~100W 的额定输出功率。实际上,在普通工薪家庭的小居室里,输出数瓦电功率已经足够,因而一般情况下只有 50W 额定输出功率的能力就已够用了。而环绕声道是主声道的辅助声道,不需要太高的声压级和输出功率,具有主声道额定功率的 $1/2 \sim 1/4$ 即可。实际上,具有 15~20W 的额定输出功率就已够用了。但是,中置声道的功率需要针对具体情况来考虑,若杜比定向逻辑环绕声系统处于“宽广”模式,它应当和左、右主声道额定输出功率相同;若处于“普通”模式,它的额定功率可以适当减小,甚至减少到环绕声道的额定功率。一般来讲,在杜比环绕声中央模式下,中置声道的输出功率比较大,输出信息量比较大。经测试结果表明,最多可达前方声道的 85% 左右。

对于杜比 AC-3 系统,与上述情况不同,5 个主要声道应当具有相同的功率输出能力,而超重低音音箱也应当设置,其额定输出功率稍强于主要声道的功率值。

杜比 AC-3 系统对各声道的频响宽度要求很严格,5 个主要声道是全频域输出,理论上应能达到 3Hz~20kHz 的范围。超重低音的低频端一般为 30Hz。而杜比定向逻辑环绕声 AV

放大器的前置左、右主声道的放音频率应是全频带的,即 20Hz~20kHz,而且响应应当均匀平直,它与 Hi-Fi 放大器的频响是一样的。而中置声道的中、高频响也应当基本平直到 20kHz,其低频端则与“中央模式”功能位置有关。在“普通”模式时, -3dB 频率值约为 100Hz;在“宽广”模式时 -3dB 频率的大约数值是 60Hz 左右,不需要平直到 20Hz。由于杜比定向逻辑编码原理所决定的,环绕效果声道的频响带宽较窄,它的高频响应(-3dB)约为 7kHz 左右,而低频响应值通常认为应是 100Hz 左右,数值再减小一些更好。超低音输出声道的频响呈带通型,其高端约为 100~120Hz,低端为 20~30Hz。

⑤控制电路和显示器

利用红外遥控信号或面板传输的控制信号,以微处理器为核心的控制电路,可对 AV 放大器进行各种功能的控制,并由显示屏显示工作状态。大多数荧光显示屏宽大醒目,可进行多种功能甚至全功能显示。某些 AV 放大器可实现显示屏与电视机屏幕显示相结合(如天逸 AD-8000AV 放大器),使显示内容更加丰富详尽。

⑥多路信号接口

AV 放大器背面设置有多路音频和视频信号接口,便于与各种视听设备相接。有的 AV 放大器还在前面板设置了有关接口,有的放大器还设置有多路 S 视频端子,为连接多种视听设备提供了方便,以便显示高画质的图像。

2)AV 放大器的分类

①按信号流通顺序分

一般 Hi-Fi 功放电路由功放前级和功放后级组成,前级是信号输入和预处理电路,后级是功率放大和输出电路,将前后级连接起来就构成完整的功放系统。AV 放大器也可按此类方法来分。AV 放大器的前级部分称为 AV 前级,或称为影音前级电路;AV 放大器的后级部分称为 AV 功率放大器,或称为影音末级电路。影音前后级共同组成 AV 放大器系统。前后级可构成合并式 AV 放大器。

②按声场处理模式的种类分

目前,家庭影院环绕声系统的基础是杜比环绕声处理系统,它按“4-2-4”程式对音频信号进行编码压缩和解码解压缩。但是随着家庭影院技术的发展,在杜比定向逻辑环绕声处理系统的基础上,又发展出数字信号处理 DSP 系统、家用 THX 系统以及杜比 AC-3 系统和 DTS 系统,这些系统的 AV 放大器有相同点,也有明显的不同点。

③按声场处理模式的组合方式分

目前,市面上出售的 AV 放大器大多为前后级合并的综合式 AV 放大器。各种机型的杜比解码器差别较大,可能是最基本的杜比环绕声解码器,也可能是杜比定向逻辑环绕声解码器,或者是又包含了 THX、DSP 或 AC-3 的解码器。各种类型的 AV 放大器价格差别极大,且有天壤之别。

分体式的 AV 放大器的情况更为复杂。一类是纯解码器单独成机,再与多声道功率放大器,共同组成 AV 放大器系统。而纯解码器可为杜比定向逻辑环绕声解码器、THX 解码器、DSP 处理器或 AC-3 解码器及 DTS 解码器,或者多种格式组合在一起的纯解码器。还有一种组合方式可能是最佳方式,即将纯解码器与中置、环绕声道功放加在一起,构成 AV 前级或称为声场处理电路,或称杜比环绕声处理器等,再与 Hi-Fi 级纯功放结合在一起可构成完整的 AV 放大器,这样可方便地将 AV 享受与 Hi-Fi 享受统一起来,既能够用来聆听音乐和

歌声,又可以看电影故事片,观赏 MTV 等。这种组合方式可以做到前级电路性能较高,主声道功放电路也较考究。

依据我国的国情,卡拉 OK 演唱活动十分盛行,通常 AV 放大器均附加了卡拉 OK 功能,使 AV 放大器又成为卡拉 OK 功放,使 AV 放大器的分类情况更加复杂。从 AV 放大器的性能指标看,不宜将卡拉 OK 功能附加在 AV 放大器中,因为它可能会降低 AV 放大器的性能指标。

3. 按放大器作用的关键性元器件分

按放大器所用的关键性元器件可分为电子管式音频放大器(俗称胆机)、晶体管式音频放大器(包括场效应管式音频放大器)、由电子管+晶体管构成的混合式音频放大器及集成电路式音频放大器(包括厚膜放大电路)等多种。

(1)电子管式音频放大器

电子管式音频放大器历史悠久,生产工艺相当成熟,电路十分简洁,安装和调试简单,产品的稳定性很高,而离散性极小,特别是它的工作机理决定了它具有动态范围宽、线性好、音色暖、润滑、细腻的特点,这是晶体管放大器(包括场效应管放大器)和一般厚膜电路所无法比拟的。正是因为这些原因,使胆机受到爱乐人士特别是发烧友的喜爱。

(2)晶体管及场效应管放大器

目前,晶体管的种类较多,优质的晶体管音频放大器也层出不穷,因此晶体管音频放大器是应用最广泛的形式。人们研制出众多新型优质电路,使功放的谐波失真很容易减少到 0.05% 以下。

场效应管是一种很有潜力的功率放大器件,它具有噪声小、动态范围大的电压控制器件、负温度特性等特点,音色和电子管放大器有相似之处,保护电路简单。场效应管的生产技术还在不断发展,若能将其离散性较大的缺点加以克服的话,场效应音频放大器将具有更强大的生命力。

(3)集成电路放大器

由于集成电路技术的飞速发展,集成电路放大器的工艺和性能指标都达到了很高水平。它的突出优点是体积小、电路简单、性能卓越、保护功能齐全等。

4. 按放大器的输出级与负载的连接方式分

按放大器的输出级与负载的连接方式可分为 OTL 放大器、OCL 放大器及 BTL 放大器。

(1)OTL 放大器

OTL 是一种无输出变压器式推挽放大电路,输出级与负载之间采用电容耦合。该电路是由早期的变压器输出推挽放大器改进而成。推挽输出级两只功放管轮流导通和截止,可在负载上得到完整周期信号波形。为了使输出电路的动态范围较大,正负半周波形相同,两只功率管之间的连接点处的电压应为电源电压的一半。为了使输出波形的失真较小,两只功率管应加以适当的静态工作电流或电压。

(2)OCL 放大器

OCL 放大器是 OTL 放大器的改进型电路,工作原理、电路结构与 OTL 放大器相同,但

它采用正负两组电源供电。由于少使用一只输出电容,其输出级与负载之间采取直接耦合方式,可进一步改善低频响应和失真度。

(3) BTL 放大器

为了在较低的电源电压下仍能取得较大的输出功率,可采用 BTL 电路,即桥式推挽放大器。它是由两对互补对称电路组成,负载接在两个互补对称电路的输出端之间。由于未使用输出耦合电容,故频响效果好,可在单电源下工作。

在前两种电路内,两输出管是轮流工作的,两管在不同的半周里补充信号。在 BTL 放大器内总有两管在工作,最大输出电流比 OTL 放大器增大 1 倍,因而 BTL 的放大器的最大输出可以达到 OTL 放大器的 4 倍。

5. 按放大器的输出管的偏置或工作状态分

按放大器的输出管的偏置或工作状态可分为超甲类(Super A)放大器、甲类(A)放大器、高偏甲乙类(High-Bias AB)放大器、甲乙类(AB)放大器、乙类(B)放大器、D 类放大器、T 类放大器及 S 类放大器等多种。

(1) 超甲类(Super A)放大器

超甲类(Super A)放大器又称为滑动甲类放大器,是一种较经济实用的放大器。它的输出管的静态电流也较小,一般为 $100 \sim 200 \text{mA}$,但它的静态电流可随着输入信号的大小发生变化。超甲类放大器的输出管偏置电路中带有检测输入信号幅度的电路,可依据输入信号的幅度自动调整输出管的偏置电流,使其在一定的范围内保持输出管始终处于线性工作状态。这样,放大器就不会出现交越失真和开关失真。

(2) 甲类放大器

如图 1-1-1(a)所示,为了让晶体管工作在线性状态,可在晶体管的基极上加一固定的偏

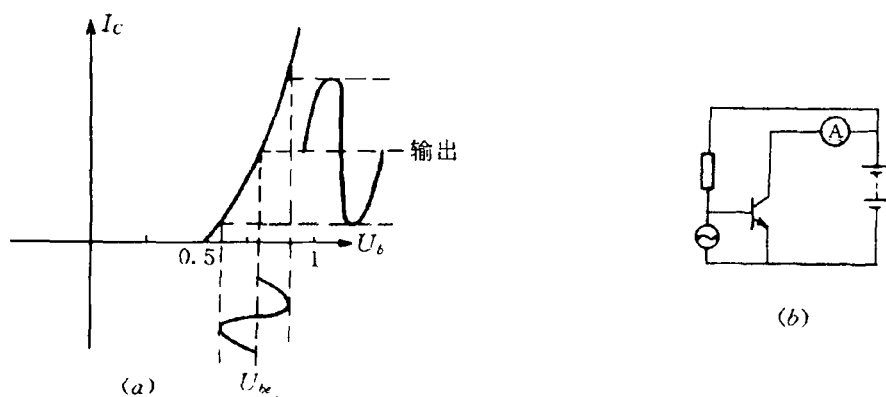


图 1-1-1 晶体管放大器特性

置电压 U_{be} ,使其有较大的静态电流。如图 1-1-1(b)所示,偏置电压加入晶体管的基极,若输入一定幅度的正弦波信号,晶体管的集电极电流随输入信号变化,输出相应的正弦波信号。这种静态工作电流较大,其工作点能保证在一定的输入信号幅度内,晶体管都工作在线性放大状态的放大器,这就称为甲类放大器。甲类放大器由于工作在晶体管的线性区,不会产生

开关失真和交越失真,放音的效果不错,但其效率不高,特别是担任甲类功率放大的输出管发热极大,对它的稳定性要求很高,对电路的设计要求也较高。一般甲类功率放大器用在较高档的 Hi-Fi 放大器中。

(3) 甲乙类放大器

甲乙类放大器就是放大器的静态工作点介于甲类放大器和乙类放大器之间。它的输出管导通时间大于半个周期,但又小于一个周期,其特点是效率低于乙类放大器,但失真度又小于乙类放大器。从实际的家用电路来看,甲乙类放大器和乙类放大器已没有明确的界限。一般担任功率放大的乙类放大器为了避免交越失真,已将静态电流调到数十毫安,有的甚至到 200mA,从理论上讲,这已是甲乙类放大器。

(4) 高偏甲乙类放大器

高偏甲乙类放大器的静态电流设计得较高,能在小信号状态时工作在甲类状态,输出功率较大时进入乙类状态。这种高偏置甲乙类放大器在小信号放音时,具有与甲类放大器相似的音质,声音清晰、柔和、温暖。当音量较大时,放大器进入乙类工作状态,虽会出现开关失真和交越失真,但由于大信号的掩盖,主观听感不会觉得音质变差。

(5) 乙类放大器

乙类放大器通常是指静态电流极小的放大器。其晶体管导通时间小于半个周期,大部分时间处于截止状态。从三极管的特性来看,由于硅三极管的 be 结电压必须超过 0.55V,三极管才开始脱离截止状态,因此乙类放大器通常在基极上加入了一定的偏置电流,使其刚好进入三极管的线性区,以避免小信号失真。家用音频放大器中通常采用互补对管(即 NPN 管与 PNP 管)组成的推挽输出电路,两个极性不同的三极管分别放大信号的正半周和负半周,最后在负载上合成一个完整的信号。实际上,在乙类功率放大器中,通常将输出管偏置在已进入线性区的状态,其静态电流约为数十毫安。因而,乙类放大器在静态时,散热器一般不会发热或仅有一点温升。

(6) D 类放大器

D 类放大器的晶体管工作于开关状态:导通时,管子进入饱和区,器件内阻接近于零;截止时,电流为零,器件内阻接近于无穷大。这样,就使集电极功耗大为减小,效率大大提高,其导通时间为半个周期。在理想情况下,D 类放大器的效率可达 100%。

如图 1-1-2 所示,D 类放大器的前级电路为脉冲调制电路,采用一个电压比较器电路。比较器的正、反相输入端分别输入等幅三角波和音频信号。这里的三角波信号是作为基准信号。当比较器的反相输入端输入一个正弦波信号时,比较器的输出端就可得到被转换为一系列与输入信号幅度相对应的、不同宽度的脉冲信号,即脉冲宽度调制(PWM)信号,如图 1-1-3 所示。该 PWM 信号经预放大后,驱动 MOS 场效应管进行脉冲功率放大,然后经由 LC 构成的低通滤波器滤波后,就在负载上获得了完整的模拟音频信号。

(7) S 类放大器

S 类放大器由设计师 Aubrey Sandman 在英国《EW+WW》上发表,稍后松下公司的 Technis 对其进行了一些修改,取得了称为 AA 类功放电路的日本专利。

S 类放大器由前级主电压放大器和后级电流放大器构成,精华在于利用惠斯登电桥维持平衡的简洁概念,使得主电压放大器近乎工作在等效无负载的理想甲类状态,更难得的是,此等效无负载特性与实际负载的种类及大小无关。S 类放大器的基本组成,如图 1-1-4

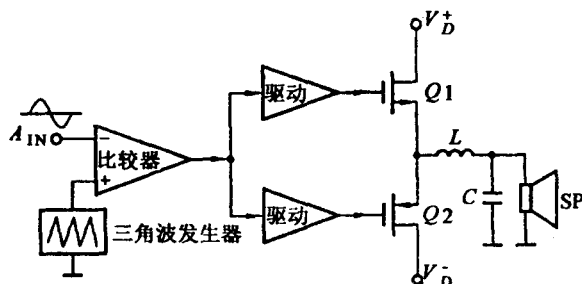


图 1-1-2 D 类放大器的基本组成

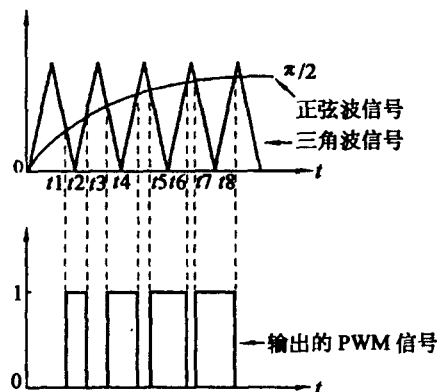


图 1-1-3 PWM 波形的产生

(a)所示。如图 1-1-4(b)所示是 AA 类前级电路的基本组成。从图 1-1-4 中不难看出,S 类放

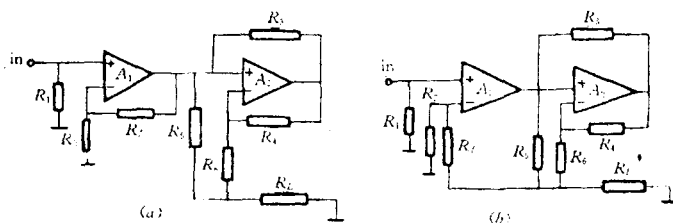


图 1-1-4 S 类放大器与 AA 放大器的基本组成

大器与 AA 类电路仅有一处不同:AA 类放大器的 R_f 是从输出级反馈到前级构成大环路反馈,而 S 类放大器的 R_f 只是前级主电压放大器局部反馈。经主观测试表明,S 类放大器是更合理的。我们知道,扬声器、分频网络以及音箱线使得音箱成为复杂的复合变化负载,就是一些名牌发烧扬声器标称的频带内阻抗变化也达 1 倍以上,S 类放大器的优势正好发挥,由于对负载的变化不敏感,对各种负载能提供接近于理想的驱动,使得 S 类放大器的重播频率特性非常优越。

S 类放大器由于电桥平衡作用,大大地减少了交越失真及其它失真,以至于无需对功率管进行偏置,此时 S 类放大器既有乙类低功耗、高效率,又有甲类低失真的优点,但其输出功率偏小。

(8) T 类放大器

从某种意义上讲,T 类放大器是在 D 类放大器的基础上发展起来的。如图 1-1-5 所示是 T 类放大器的基本组成,从图中可见,输入的模拟音频信号首先进行 A/D 变换,然后由数字信号处理电路处理成脉冲宽度调制(PWM)信号或脉冲密度

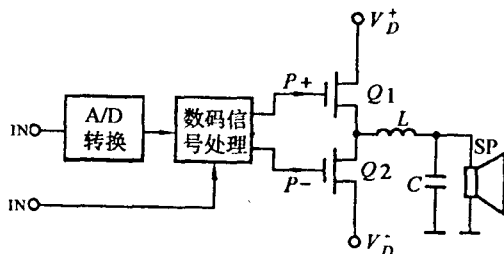


图 1-1-5 T 类放大器的基本组成

调制(PDM)信号,再送入场效应管放大,最后由 LC 构成的低通滤波器滤除高频脉冲成分,

从而在负载上重现出一定幅度的模拟音频信号。这又称为数字放大器。

T 类放大器的特点是:功率输出管都工作在脉冲状态,输出管只有饱和导通和截止两个状态,故输出管的功耗较小,效率极高,可达 90%以上(理想情况下,可达 100%)。而且 T 类放大器已完全消除了小信号交越失真,整个音频范围内的失真度都可以保持很低的水平。此外,T 类放大器的电路结构较简单,且不需采用重型散热器,与同功率普通甲乙类放大器相比,其散热器的有效面积要小得多。但 T 类放大器需考虑电磁辐射问题。

二、音频放大器的性能指标

无论是 AV 放大器还是 Hi-Fi 功放,对功率放大器的要求十分严格,在输出功率、频率响应、失真度、信噪比、输出阻抗及阻尼系数等方面都有明确要求。现初步归纳如下:

1. 输出功率

输出功率是指功放电路输送给负载的功率。目前,人们对输出功率的测量方法和评价方法很不统一,使用时应当注意。

(1)额定功率(RMS)

额定功率是指在一定的谐波失真范围内,功放长期工作所能输出的最大功率(严格讲应是正弦波信号)。

功放电路的增益和负载一定时,输出功率的大小由输入信号的大小来决定。为了测量输出功率,通常采用连续正弦波作测量信号来测量被测电路的输出功率。一般输入信号为 1kHz 的正弦波,测出等效负功电阻 R_L 的电压有效值 U_L ,那么电路的输出功率 $P=U_L^2/R_L$ 。由此式可知,此输出功率实为正弦波平均功率。因电路动态范围有限,当音量逐渐加大时,其输出波形将出现削顶限幅现象,谐波失真加大。通常将谐波失真度为 1%或 10%时的平均功率称为额定输出功率或最大有用功率、持续功率、不失真功率等。

(2)最大输出功率

当不考虑失真大小时,功放电路的输出功率可远高于额定功率,还可输出更大数值的功率,它能输出的最大功率称为最大输出功率。这与额定功率是有区别的,两者的前提条件不同。

(3)音乐输出功率(MPO)

音乐输出功率(Music Power Output:MPO)是指功放电路工作于音乐信号时的输出功率,也就是输出失真度不超过规定值的条件下,功放对音乐信号的瞬间最大输出功率。

音乐输出功率可以用来评价功放的动态听音效果。例如,在平稳的音乐过程后面,突然出现了冲击性的打击乐器声音,有的功放电路可在瞬间提供很大的输出功率,给予力度感,有使不完的劲,有的功放却显得力不从心,底气不足。为了反映这种瞬间突发性输出功率的能力,可以用音乐输出功率来衡量。显然,力度感强的功放 MPO 值大;底气不足的功放 MPO 值小,但目前尚没有统一的 MPO 量度标准。

(4)峰值音乐输出功率(PMPO)

峰值音乐输出功率是最大的音乐输出功率,它是功放电路的另一个动态指标。如果不考虑失真度,功放电路可输出的最大音乐功率就是峰值音乐输出功率。