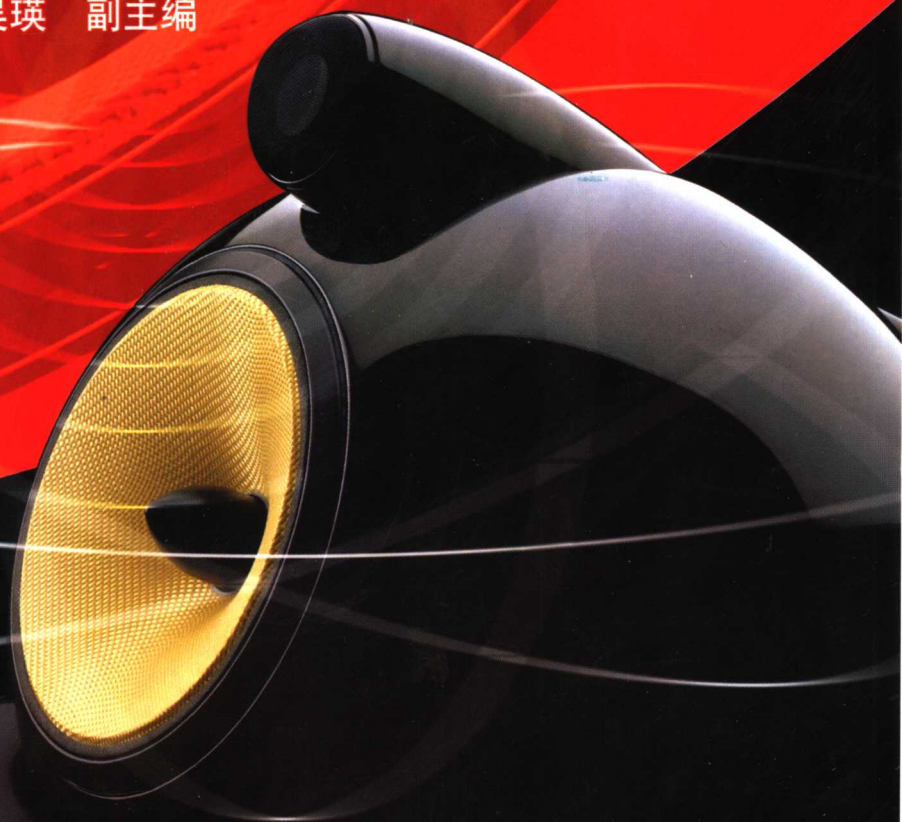


数码音响产品

单元电路应用与维修

手册

韩广兴 主编
韩雪涛 吴瑛 副主编



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

数码音响产品单元电路 应用与维修手册

韩广兴 主编

韩雪涛 吴 瑛 副主编

人民邮电出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

数码音响产品单元电路应用与维修手册 / 韩广兴主编. —北京: 人民邮电出版社, 2006.3

ISBN 7-115-14130-4

I. 数... II. 韩... III. 音频设备—电路—维修—技术手册 IV. TN912.2-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 129323 号

内 容 提 要

本书重点介绍近年来流行的数码音响产品中所应用的新型集成电路和单元电路, 全面解析了数码音响产品中各种单元电路的结构、工作原理、信号处理过程和检修方法。本书提供了大量的维修图纸资料, 并将信号流程、关键测试点的参数和波形标注在图中, 使读者一看就懂, 学起来省时、轻松。

本书适合于从事音响产品开发生产的技术人员、家电维修人员、专业院校的师生及业余爱好者阅读。

数码音响产品单元电路应用与维修手册

- ◆ 主 编 韩广兴
副 主 编 韩雪涛 吴 瑛
责任编辑 刘 朋
- ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号
邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
北京通州大中印刷厂印刷
新华书店总店北京发行所经销
- ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 20
字数: 499 千字 2006 年 3 月第 1 版
印数: 1—5 000 册 2006 年 3 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-115-14130-4/TN · 2626

定价: 30.00 元

读者服务热线: (010) 67129264 印装质量热线: (010) 67129223

前 言

随着数字技术的飞速发展,数码产品得到了极大的普及,其中数码音响产品以其优异的品质深受消费者的喜爱,并成为家庭影音系统中的重要角色。CD、MD 数字音频光盘机是近年来备受人们喜欢的音响产品,它们是采用数字技术的典型产品。家庭影院的普及为人们提供了极佳的多声道环绕立体声音响环境,使人们可以感受到临场感和震撼力。VCD/DVD 技术的发展,又给音响产品提供了巨大的软件支持,特别是 DVD 光盘的音频部分采用 AC-3 多声道环绕声编码技术,它是 5.1 声道环绕立体声系统,已成为低成本、高音质的音频信号源。于是各种不同格式的多声道环绕声格式也开始普及。数字音频光盘是高质量音乐源,数字音场处理系统和各种数字音频信号处理电路、数字调整和音场仿真技术可以满足各种不同层次的音乐爱好者的需求。与此同时,收音机、录音机、组合音响、高保真放大器和功率放大器等由于新技术和新电路的采用也都发生了很大的变化。

数码音响产品的普及也给广大用户和维修行业带来了许多新的问题,营销人员、维修人员和音响发烧友都需要不断地学习新技术,熟悉新器件,掌握新电路的维修方法。

学习维修音响产品时首先要弄懂其工作原理,然后学会看电路图,在此基础上学会辨认元器件,了解常见故障的部位及症状表现,进而学会分析故障原因和排除故障,特别是新的入门者要从音响产品的基础知识开始学起。音响产品的机型和款式非常多,但最基本的原理有很多共同之处。学习维修音响产品最重要的还是实践环节,只学理论而不动手进行实际修理是很难学会的。

要学习维修,首先要选择一台实习样机。样机的功能要正常,可以正常播放节目。然后再找到该机的电路图,入手的第一步是识图,结合教材了解该机的电路结构、信号流程和工作原理;第二步是打开样机,对照图纸识别元器件;第三步是接通电源,观察机器的工作情况,并用仪表(万用表、示波器等)测量一些电路的直流电压和信号波形,熟悉电路,理解其工作原理;第四步是自己设置一些简单的故障,并观察故障现象,锻炼自己的实际维修能力。然后反复学习有关理论知识,加深理解,就能很快掌握修理技术。

为了使读者提高学习维修技术的效率,在本书中我们采用图解的方式,将音响产品的整机结构、各单元电路的结构和信号处理过程、各关键测试点的信号内容和波形等用图标示出来,直接在电路图上标注元器件的功能原理以及电压、波形等参数,为维修人员提供了大量的实测数据和技术资料。

由于广大维修人员在实际维修中大多接触的是厂商提供的原机电路图,本书为了使讲授和实际维修衔接,对原机电路图不予变动(有些与国家标准不一致),在此特别予以说明。

本书由韩广兴教授担任主编,韩雪涛、吴瑛担任副主编,参加编写的还有李方智、姜雪、孙莹、刘贞关、马鸿雁、周欣、李金燕、边家新、韩雪冬、崔文林、张湘萍、孙承满、赵俊彦等。

由于数字技术的高速发展,产品更新换代的速度很快,本书篇幅有限,不可能将读者遇到的问题都收入其中。读者在音响产品的科研、生产、使用和维修过程中遇到问题时可以直接

接与作者联系，韩广兴教授为您提供技术咨询。通信地址是天津市华苑产业园区天发科技园8-1-401，邮政编码为300384，联系电话为022-83718162。由于作者水平有限，书中难免存在疏漏之处，恳请读者和同行批评指正。

编 者

目 录

第 1 章 概述	1
1.1 音响产品的发展概况	1
1.2 音响产品的种类和特点	3
1.2.1 CD 机与组合音响设备	3
1.2.2 家庭影院系统	4
1.3 典型数码产品的电路结构	5
1.3.1 组合音响的电路单元	5
1.3.2 AV 处理器	5
1.3.3 AV 功放 (AX710)	7
1.3.4 健伍 DP-R49CD 音响的单元电路	7
1.3.5 健伍 DP-940CD 音响的单元电路	7
1.3.6 健伍 CD 播放机的整机构成	7
1.3.7 健伍 KR-A4070 音响的电路结构	11
1.3.8 健伍 RXD-F42V 音响的电路结构	11
1.3.9 健伍 RX-V5 AV 功放	11
1.3.10 健伍 RX-V7 AV 功放	16
第 2 章 数码音响设备的电路基础	19
2.1 声音信号的基本特性	19
2.1.1 声波及信号	19
2.1.2 声音的种类	19
2.1.3 声音的三要素	21
2.1.4 听感	22
2.1.5 声场再生	23
2.1.6 混响和回声	25
2.2 立体声的形成	26
2.2.1 人耳对声音的感觉特性	26
2.2.2 声源及其方向的判别	27
2.2.3 立体声系统	28
2.2.4 高保真 (Hi-Fi) 技术	28
2.2.5 立体声扩展电路	29
2.3 环绕声系统	30
2.4 影院剧场效果的数码化	31
2.4.1 电影院的音响效果	31
2.4.2 剧场的音响效果	32

2.5	家庭影院与数码音响	33
2.5.1	数码声场仿真模式	33
2.5.2	听觉心理学模式	34
2.5.3	数码家庭影院的构建	34
2.6	音频信号的数字处理	35
2.6.1	模拟音频信号的特点	35
2.6.2	数字信号的特点	36
2.6.3	音频信号的 A/D 和 D/A 变换	38
2.6.4	脉冲编码调制	38
2.7	音频信号的压缩处理	41
2.7.1	音频信号压缩编码的基本方法	42
2.7.2	音频数字信号的解码电路	42
第 3 章	数码产品的收音电路	44
3.1	数码收音电路	44
3.1.1	数字调谐式收音电路	44
3.1.2	健伍 RX-29/59 音响的 FM 前端电路	53
3.1.3	PLL 调谐控制电路	53
3.2	音响设备中的收音单元电路	53
3.2.1	FM 解码、AM 检波电路	53
3.2.2	索尼 STR-N500K FM/AM 收音电路	56
第 4 章	数码音响产品中的录放音电路	57
4.1	录音机的基本电路	57
4.1.1	放音放大电路	58
4.1.2	录音放大电路	59
4.2	录音机的机芯和电机	61
4.2.1	录音机的机芯	61
4.2.2	录音机用电机	62
4.3	立体声收录机的构成	63
4.4	双卡录音座电路	66
4.5	环绕音响中的录放音电路	70
4.6	典型录放音单元电路	74
4.6.1	健伍 RX-29/59 音响中的录放音柱比降噪电路	74
4.6.2	健伍 RX-49 音响中的录放音电路	76
4.6.3	健伍 KRX-69 音响中的录放音电路	76
第 5 章	激光数码音响设备	78
5.1	CD 音响的整机构成	78
5.1.1	CD 激光唱机的电路部分	78

5.1.2	CD 机芯电路	80
5.2	VCD 组合音响的整机构成	83
5.2.1	激光头和伺服预放电路	84
5.2.2	数字信号处理电路	89
5.2.3	伺服驱动电路	91
5.2.4	音频、视频解码电路	94
5.2.5	VCD 机芯控制电路	100
5.3	典型 CD 音响的单元电路	103
第 6 章	数码音频处理器	118
6.1	音频信号的数字处理方法	118
6.1.1	音频信号的编码和解码	118
6.1.2	音频编码和解码的相关技术	119
6.1.3	MP3 编码处理	120
6.1.4	杜比数码环绕声	121
6.1.5	THX 环绕声	121
6.1.6	DTS 数码家庭影院系统	122
6.1.7	6.1 声道功放	122
6.2	数码影院中的音响技术	124
6.2.1	数码影院的模式及应用	124
6.2.2	数码音乐厅模式的仿真	126
6.2.3	数码音乐厅模式的实现	126
6.2.4	虚拟 6.1 声道处理技术	127
6.3	音频信号处理集成电路	129
6.3.1	杜比定向逻辑环绕声处理电路	129
6.3.2	虚拟三维立体声处理器	130
6.4	数字音频信号处理电路	132
6.4.1	数字音频信号处理电路 M62433	132
6.4.2	数字音频信号处理电路 BH3857	138
6.4.3	数字音频信号处理电路 C2HBZC000013	138
6.4.4	音频数字混响处理电路	138
6.4.5	音频数字键控电路	145
6.4.6	话筒放大和回声控制电路	145
第 7 章	数码功率放大器	146
7.1	数码功率放大电路	146
7.1.1	数码环绕功率放大电路的构成	146
7.1.2	数码声场处理电路	147
7.1.3	A/D 变换器	147
7.1.4	PWM 处理和数字功率放大器	147

7.2 数码功率放大器的实用电路	151
7.2.1 A/D 变换器集成电路	151
7.2.2 数字音频 PWM 处理器	152
7.2.3 数字功率放大器	154
7.2.4 数字功率放大集成电路的外围电路	157
7.2.5 扬声器端子电路	157
第 8 章 环绕立体声电路	162
8.1 环绕声解码电路的种类和基本原理	162
8.1.1 环绕声解码电路的种类	162
8.1.2 环绕声解码电路的基本原理	163
8.2 AV 信号处理器的电路结构	170
8.3 环绕立体声信号处理电路实例	173
8.3.1 杜比定向逻辑环绕声解码电路	173
8.3.2 数码声场处理电路	176
8.3.3 环绕声解码电路	182
8.3.4 杜比环绕声解码电路	184
8.3.5 5 声道环绕声解码电路	184
8.3.6 健伍 RX-29/59 音响中的杜比定向逻辑环绕声解码电路	195
第 9 章 组合音响设备	196
9.1 组合音响设备的基本特点	196
9.2 组合音响设备的单元电路	196
9.2.1 收音电路	196
9.2.2 CD 播放电路	197
9.2.3 组合音响设备的控制电路	197
9.2.4 音频信号控制电路	199
9.2.5 组合音响设备中的双卡录音座	199
9.2.6 组合音响设备的功放电路	203
9.2.7 稳压电路	203
第 10 章 系统控制微处理器电路	215
10.1 系统控制电路与微处理器	215
10.2 系统控制单元电路	215
10.2.1 健伍音响的控制单元电路	215
10.2.2 系统控制微处理器 MN38199MF202F	218
10.2.3 微处理器输入、输出接口电路	221
10.2.4 AV 功放的微处理器	228
10.2.5 家庭影院中的系统控制电路	228
10.2.6 MD 音响的控制电路	236

10.2.7	健伍 RX-29/59 音响中系统控制微处理器的功能扩展电路	236
10.2.8	健伍 DP-M5520 音响的系统控制电路	236
10.2.9	健伍 DP-940 音响的系统控制电路	236
10.2.10	健伍 KRX-69 音响的系统控制电路	236
10.2.11	健伍 RX-29/59 音响的微处理器	236
第 11 章	音频功率放大器	246
11.1	音频功率放大器的种类	246
11.1.1	电子管式功率放大器	246
11.1.2	集成电路功率放大器	246
11.1.3	晶体管及其功率放大器	246
11.2	音频功率放大器的性能指标	249
11.2.1	输出功率	249
11.2.2	频率响应	251
11.2.3	失真	252
11.2.4	最大不失真功率的测量	254
11.2.5	动态范围	256
11.2.6	信噪比 (S/N)	256
11.2.7	输出阻抗和阻尼系数	256
11.3	音频功率放大器的电路结构和工作原理	257
11.3.1	OTL 功放电路	257
11.3.2	OCL 功放电路	260
11.3.3	BTL 功放电路	263
11.3.4	功率放大器防止高频自激的措施	266
11.3.5	保护电路	270
第 12 章	数字微型组合音响的单元电路	276
12.1	数字微型组合音响的整机构成	276
12.1.1	机芯控制系统	276
12.1.2	MD 录放系统	276
12.1.3	收音、控制和电源部分	276
12.1.4	MD/CD 控制电路	276
12.2	夏普 300X 音响的单元电路	281
12.2.1	FM/AM 收音电路	281
12.2.2	系统控制电路	281
12.2.3	音频信号处理器	281
12.2.4	双通道音频功放电路	281
12.2.5	话筒信号放大器	281
12.2.6	MD/CD 控制电路	286
12.2.7	MD/CD 变换机构控制电路	286

12.2.8 MD RF 信号处理电路	286
12.2.9 MD 机记录磁头驱动电路	291
12.2.10 MD 伺服驱动电路	291
12.2.11 MD 系统控制电路	291
12.3 松下 MD 音响 PM30 的单元电路	294
12.3.1 MD 激光头以及伺服预放、数字处理和伺服驱动电路	294
12.3.2 MD 激光头信号处理电路的结构和故障检修方法	294
12.3.3 MD 系统控制电路的结构	305

第1章 概述

1.1 音响产品的发展概况

音响产品就是处理音频信息的产品，例如收录机、CD/MD 机、组合音响、数字音频处理器、家庭影院等。这些产品几乎都属于家用电子产品的范畴。目前，这些产品被称为 AV 产品，AV 是“audio”（音频）和“video”（视频）的缩写。随着数字化、信息化和网络化的进步，AV 系列的产品正与计算机和网络系统相结合而步入信息家电的行列。

在我国，富裕起来的人们在满足了基本的物质生活要求之后，对精神生活的质量也有了越来越强烈的追求。借助于家庭影院欣赏高质量的影音节目，建立自己的家庭音乐中心，组建自己的音像制作室，构筑个人的多媒体影音系统已由梦想变为现实。AV 产品已成为人们的生活、娱乐和工作中不可缺少的重要工具。

多年来，我国的收录机、音响设备、彩色电视机、影碟机等产量都居世界第一。近年来，DVD 机、环绕立体声解码器、AV 功放以及家庭影院系统这些高档影音产品在我国产量迅速上升，正在受到越来越多的 AV 爱好者的欢迎。家庭影院就是多种音频、视频设备的组合系统，其中音频处理电路和音响产品是其中的主要部分。典型音响产品的组合设备如图 1-1 所示。

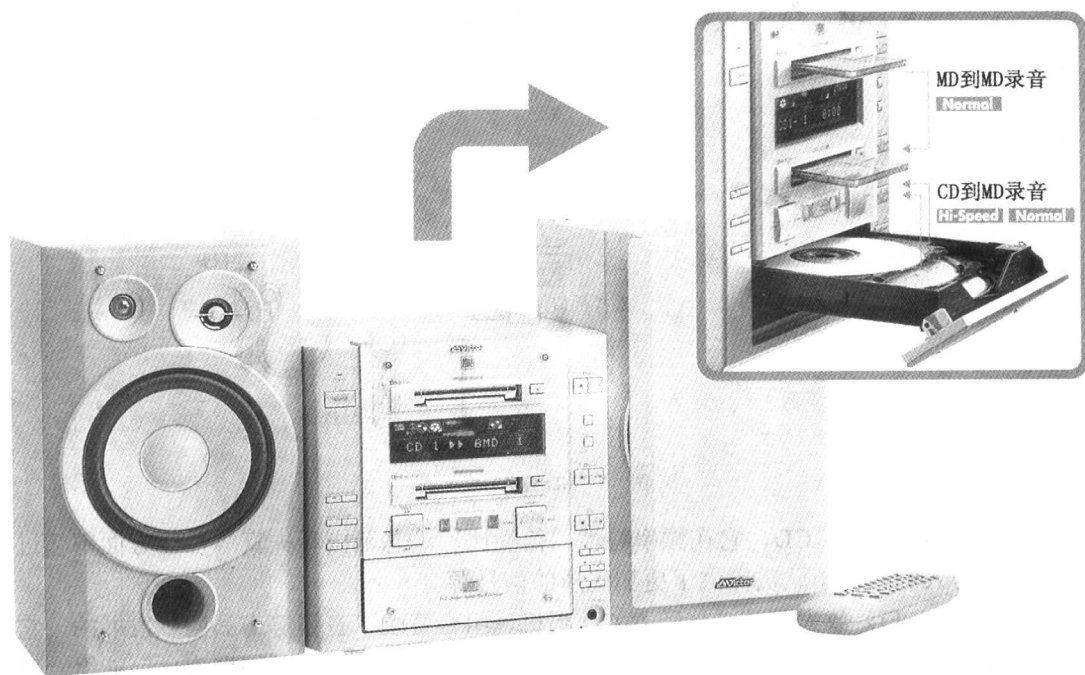


图 1-1 音响产品的组合系统

模拟时代的录音机、收音机、电唱机等音频产品的发展度过了漫长的时代。自 1888 年钢丝录音机的发明到现代各种数字录音机的问世已经有一百多年的历史。

20 世纪 80 年代以后，音频和视频技术进入了高速发展的时期。音频设备的发展首先从激光唱机开始。数字式激光唱片和播放机的问世使人们第一次感受到数字技术的优越性，它与机械式的唱片机相比性能有了飞跃性的变化。此后，以 CD 机为核心的音响产品得到了广泛的普及。图 1-2 示出了 CD 机的基本结构。接着又推出了可录的微型数字音频光盘（MD）及其录放设备，它的体积小，音质好，携带方便。图 1-3 给出了一种 MD 随身听产品。图 1-4 所示的是一种 CD、MD 组合的可转录音响设备。

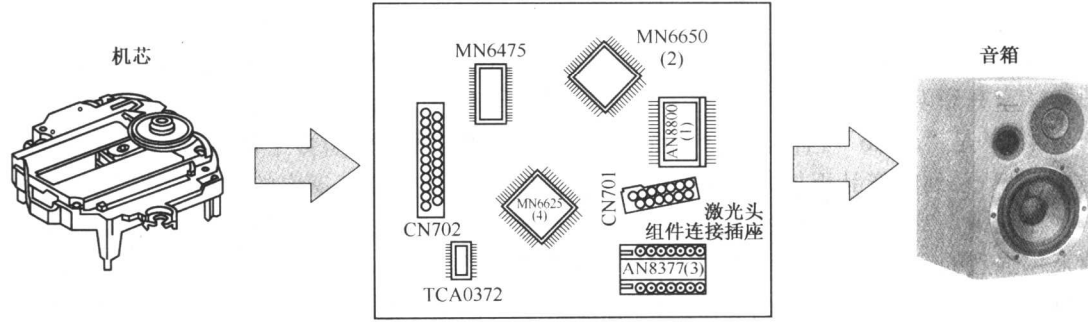


图 1-2 CD 机的基本结构

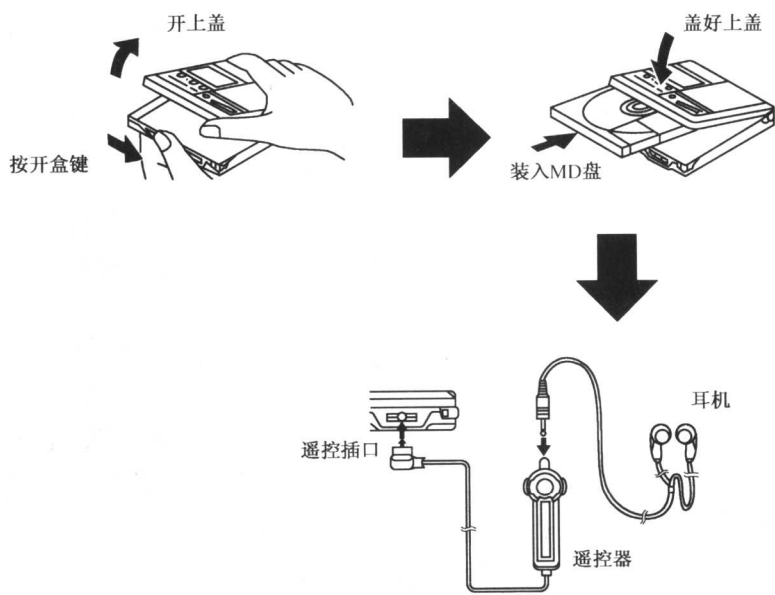
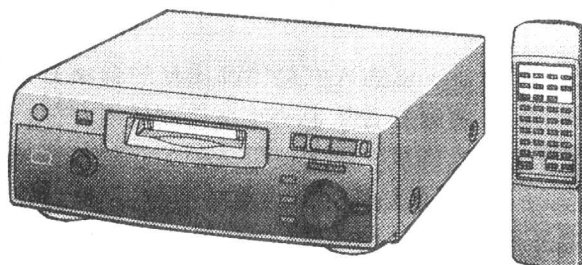


图 1-3 MD 随身听设备

近年又推出了超级 CD，它在频率特性、信噪比、动态范围和失真等性能方面都超过了普通 CD，为人们的音乐欣赏提供了更加优质的信号源。

高保真（Hi-Fi）放大器总是伴随着 CD 唱机、组合音响、音箱等产品同步发展的，它一向以忠实地放大原声为宗旨，设法原汁原味地放大音乐信号。发烧友们也为自己能组合家庭音乐中心而津津乐道。

可录MD机



MD机的机芯结构

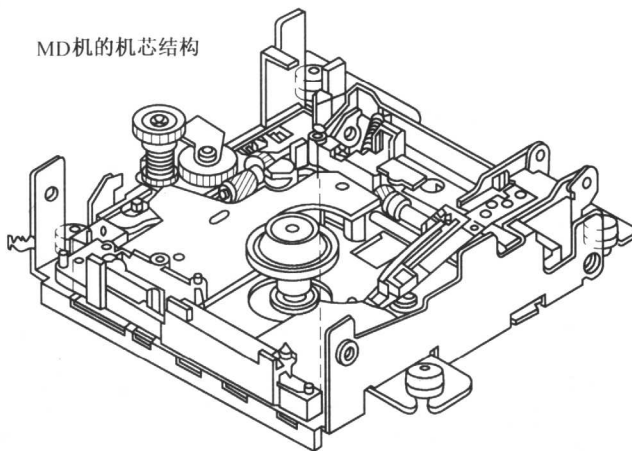


图 1-4 CD、MD 组合音响设备

环绕立体声编码和解码技术的出现改变了高保真放大器的模式，这些以数字技术为核心的编、解码电路可以创造出环绕立体声的效果，而且可以仿真各种剧场、音乐厅、电影院的音响效果。于是多声道环绕立体声和双声道虚拟立体声的音响系统应运而生，以其为核心的家庭影院系统开始取代家庭音乐中心。由于这些高性能的音响产品都归功于数字技术，因而这些产品和电路被称为数码产品和数字处理电路。

1.2 音响产品的种类和特点

1.2.1 CD 机与组合音响设备

20 世纪 80 年代初，随着人们对音响设备的喜爱，借助于 LD 视盘机的技术成果，开发了音频数字光盘机（激光机），称为 CD 光盘机。它所用的激光唱片同传统的机械唱片（LP）相比，体积大大减小，光盘直径最大为 120mm，因而称之为 Compact Disc（紧密的唱片），简称 CD。CD 光盘与 LD 光盘不同，它对音频信号采用数字处理方式，即数字编码调制方式（PCM），因而又称之为 CD-DA（DA 即“digital audio”的缩写数字音频）。这种利用激光束读取信息的唱机具有极好的音质，频响可达 20Hz~20kHz，动态范围超过 90dB，失真小于 0.05%，抖动极小。因而它一问世就受到了用户极大的欢迎，而且迅速取代了机械唱机。CD 唱机的问世带来了 CD 软件市场的空前活跃，这更促进了 CD 机广泛

普及的速度。CD 机的普及也充分地显示出光盘和数字技术具有无可比拟的优越性。CD 光盘及其播放设施具有数据信息容量大、读取灵活方便快捷、使用简便等特点,因而它派生出很多的相关音响产品。

CD 光盘和 CD 唱机的问世,可以为人们提供高质量的音频节目源,于是便诞生了以 CD 机为核心的家庭音乐中心。将家庭音乐中心小型化制成组合体,就是组合音响设备,如图 1-5 所示。它是将 CD 机、收音机、录音机等多种信号源与音频处理器、功放、音箱组合为一体的设备。音响设备的频率特性(即频率响应范围)、失真度和动态范围是三项重要的技术指标,是决定音响设备性能的关键。数字技术的应用使这三项技术指标有了飞跃的发展。

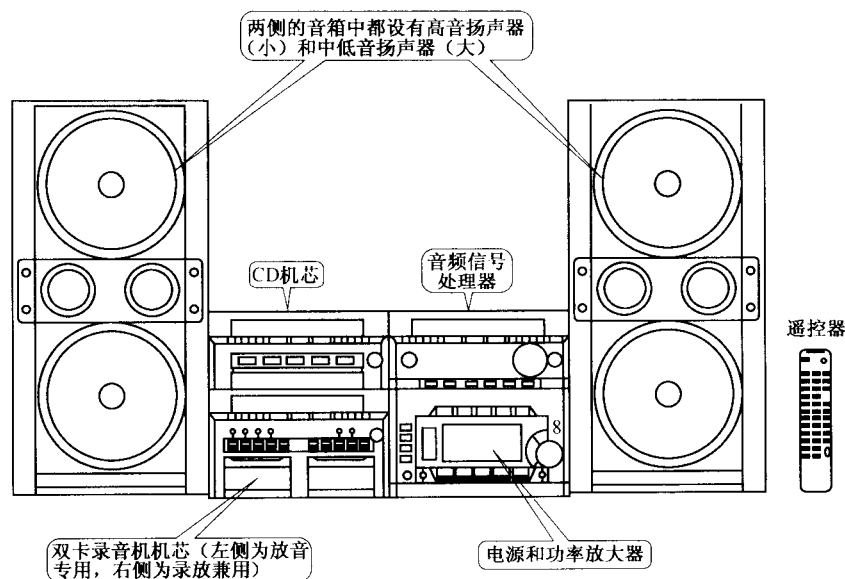


图 1-5 组合音响设备

1.2.2 家庭影院系统

过去人们欣赏音乐节目、歌剧或电影必须去音乐厅、剧场或电影院才能享受到优美动听的节目。有了电唱机、录音机和录像机,人们可以足不出户就欣赏到音乐或影视节目。然而,电唱机、录音机、录像机的影音性能不能令人满意,其音响效果远没有音乐厅、剧场和电影院中的临场感和震撼力。

近年来环绕声技术得到了迅速的发展,特别是多声道环绕立体声解码电路的开发使得人们有条件在家庭之中营造影院和剧场中的音响效果。这些电路是在高保真放大器的基础上通过对声场的处理形成理想的听音环境,创造逼真的方位感、临场感和震撼感。

声场解码处理电路对音频信号进行环绕声场解码或模拟声场处理。这些电路是目前 AV 解码器的核心。解码就是对压缩的信号进行解压缩,或对编码的信号进行解码,或对普通立体声信号进行模拟或数字处理,从而还原或产生出具有环绕感、临场感的声场效果。常见的声场处理电路有杜比定向逻辑环绕解码器、杜比数字 (AC-3) 解码器、DSP 处理器、SRS 处理器,以及 THX、DTS、CS-5.1 等其他的数字或模拟声场处理电路。具有多解码电路的家庭

影院系统如图 1-6 所示。



图 1-6 家庭影院系统

图像的处理设备也有了很大的改进。VCD、DVD 数字视盘机以及数字录像机等上市，使播放电视节目的信号源的图像质量有了很大的提高。同时，大屏幕彩色电视机、数字电视机、投影电视机、液晶电视机和等离子体电视机的图像质量也有了很大的提高。各种各样的影音器材丰富多彩、琳琅满目，可以满足不同层次的各界人士的需求。

这些影音设备的组合就可以构成性能良好的家庭影院系统。为了便于人们选购，厂家推出了各种档次、不同组合的家庭影院设备。

1.3 典型数码产品的电路结构

1.3.1 组合音响的电路单元

音响的信号源主要有收音机、录放音机、CD 唱机、MD 唱机，另外还有 VCD 机、DVD 机。VCD 机、DVD 机是音频、视频信号的组合设备。组合音响设备是将这些设备组合起来，再加上音源的切换电路，音量、音调、主体声、混响、回声等音频信号处理电路，音频功率放大器，音箱等部分构成的。有了这样的设备，人们就可以方便地欣赏各种节目源的音乐节目。为了满足不同层次的人士的需求，厂家开发了各种配置的不同档次的组合音响设备。这些设备都是由不同功能和特性的单元电路组成的。图 1-7 是典型组合音响设备的组成框图。

1.3.2 AV 处理器

AV 处理器又称 AV 功放，它是家庭影院系统中的音频信号处理中心。松下 EX510 是典型的 AV 信号处理器，其电路结构和主要功能具有代表性。

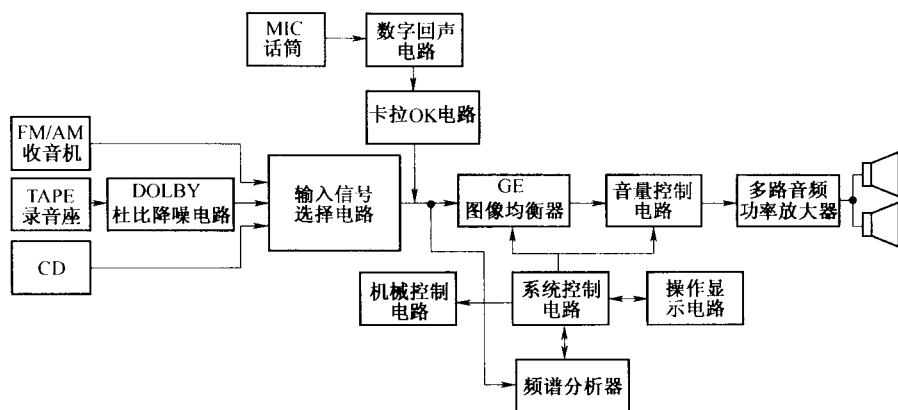


图 1-7 组合音响设备的组成框图

1. AV 处理器的基本功能

① 该机具有调频/调幅 (FM/AM) 收音电路, 不仅可以接收调频 (87.50~108.00MHz) 立体声广播节目, 还可接收调幅 (522~1630kHz) 中波广播节目。

② 该机具有视频增强电路, 可处理视频信号。

③ 该机的主要电路是音频信号处理电路, 具有多种音频信号输入接口, 可输入 CD、VCD/DVD、录音座和其他音频设备输出的信号。经处理后可输出多路环绕立体声信号, 其解码器是杜比定向逻辑环绕声解码器。

2. EX510 AV 信号处理器的电路结构

图 1-8 是 EX510 AV 信号处理器的整机电路方框图。从图可见, 它是由输入信号选择电路 (IC401)、杜比定向逻辑环绕声解码器 (IC1001、IC1002)、主音量控制电路 (VR501)、音调控制电路 (IC501、IC551)、电源限流电路 (Q581~Q584、Q551、Q552) 以及主功放电路 (IC601、IC602) 等部分构成的。

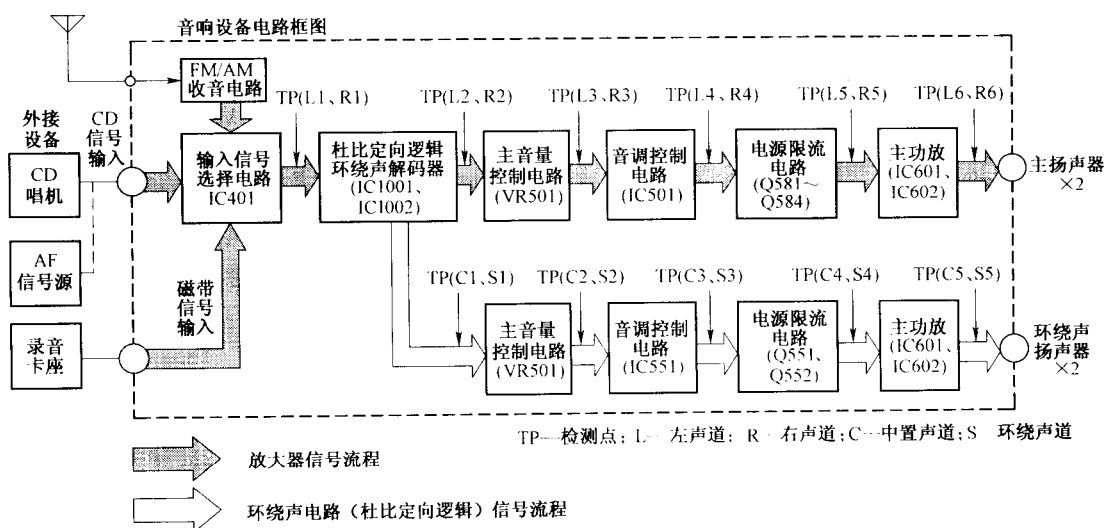


图 1-8 EX510 AV 信号处理器的整机电路方框图