

家电维修职业培训教材

家庭影院

系统原理与维修

徐 敏 庞学民 主编



中国计量出版社

家电维修职业培训教材

家庭影院 系统原理与维修

徐 敏 庞学民 张志宏
陈 卿 武跃春 秦军平

编著

中国计量出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

家庭影院系统原理与维修/徐敏等编著. -北京: 中国计量出版社, 1999

家电维修职业培训教材

ISBN 7-5026-1190-8

I. 家… II. 徐… III. ①家庭影院-基本知识-技术培训-教材②家庭影院-维修-技术培训-教材 IV. TN946

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (1999) 第 13313 号

内 容 提 要

本书从家庭影院概述、环绕声系统原理、家庭影院音响中心——AV 放大器、音箱系统、家庭影院器材选购与配置以及家庭影院系统故障检修等六方面, 在理论和实践密切结合的高度上, 全面、系统、深入浅出地介绍了家庭影院系统。该书是为高等工科院校大学专科家电维修专业编写的专业教材, 也可供音响和 AV 爱好者、一般消费者、音响专业人员、音响器材经营和维修人员阅读, 并可作为职业院校相关专业的教材使用。

中国计量出版社出版

北京和平里西街甲 2 号

邮政编码 100013

河北省永清县第一胶印厂印刷

新华书店北京发行所发行

版权所有 不得翻印

*

787 mm×1092 mm 16 开本 印张 14.75 字数 334 千字

1999 年 6 月第 1 版 1999 年 6 月第 1 次印刷

*

印数 1—4 000 定价: 24.00 元

编者的话

“忽如一夜春风来，千树万树梨花开”。这几年，家庭影院铺天盖地向我们涌来，使各类人等措手不及，对其反映也褒贬不一。有些 Hi-Fi 发烧友认为家庭影院是对高雅音像艺术的亵渎，因而不屑一顾；但不少青年人则趋之若鹜，争相购买；生产厂家和经销商认为这是一个新的消费增长点，纷纷投资，并借助媒体大做广告，急欲把手中名目繁多的产品推向市场，却不太注重技术指标和质量。面对蜂拥而至的家庭影院系统，作为一种新型的家用电器，家电专业有必要开设一门《家庭影院系统原理与维修》专业课，以便正本清源，规范内容，促进其发展，保护消费者的权益，实为重要之举。这就是我们编写本书的出发点。

本书的理论教学时数在 40~60 学时之间，实验及实习时间另计。作为教材，本应列出习题和思考题，但考虑到这是专业课程，发展极为迅速，还是把这部分内容留给任课老师自己去出更为合适。

本书主编由徐敏和庞学民担任，并由徐敏、庞学民、张志宏、陈卿、武跃春和秦军平分章编写，张寒梅绘制了全部插图。解放军电子技术学院电子技术教研室对本书的编写给予了大力支持。

家庭影院是新事物，为其编写教材，我们缺乏经验。恳请诸位读者不吝施教，指出谬误，以便再版时更正。

编者
1999 年 2 月

目 录

第一章 家庭影院概述	(1)
第一节 引言	(1)
第二节 环绕声系统类型简介	(4)
一、伪四声道环绕声及人造混响环绕声	(5)
二、杜比环绕声 (Dolby Surround)	(5)
三、杜比专业逻辑环绕声系统 (Dolby Pro Logic Surround)	(6)
四、杜比数字环绕声 AC-3 系统	(6)
五、THX 系统	(7)
六、数字影院伴音系统 (DTS)	(9)
七、增强环绕声的技术——DSP	(9)
八、SRS-3D	(9)
第三节 家庭影院的节目源及其载体	(9)
一、盒式录像带 (VHS)	(9)
二、激光影碟 (LD)	(10)
三、小影碟 (VCD)	(10)
四、数字视频光碟 (DVD)	(11)
五、电视及广播	(12)
六、纯音乐软件	(12)
第四节 家庭影院构成	(12)
一、节目源播放设备	(12)
二、解码器及功率放大器	(13)
三、音箱	(13)
四、电视机 (电视投影仪)	(14)
五、灵活的配置	(14)

第二章 环绕声系统原理.....	(15)
第一节 杜比模拟环绕声系统.....	(15)
一、引言.....	(15)
二、杜比环绕声编码原理.....	(15)
三、杜比环绕声解码电路.....	(16)
四、杜比专业逻辑 (Pro Logic) 环绕声解码电路.....	(17)
五、杜比环绕声解码器与 Pro Logic 解码器的比较.....	(19)
六、杜比模拟环绕声解码芯片介绍.....	(19)
第二节 杜比数字环绕声系统 (AC-3)	(22)
一、主要性能及工作过程.....	(22)
二、AC-3 的特殊功能	(24)
三、AC-3 的主要应用	(25)
四、AC-3 的“自我优化”机制	(26)
第三节 家用 THX 系统.....	(26)
一、引言.....	(26)
二、H-THX 控制器	(26)
三、家用 THX 音箱.....	(29)
四、H-THX 系统的其他部分	(30)
第四节 数字声场处理 (DSP) 环绕声.....	(30)
一、数字信号处理 (Digital Signal Processing) 环绕声.....	(30)
二、数字声场处理 (Digital Sound Field Processing) 环绕声.....	(31)
三、数字 (码) 声场参数.....	(32)
四、数字 (码) 声场模式.....	(34)
第五节 数字影院伴音系统 (DTS)	(37)
一、引言.....	(37)
二、DTS 的编码方式	(37)
三、DTS 记录与放映	(38)
第六节 SRS-3D 技术	(39)
一、概述.....	(39)
二、SRS IC (集成块) 简介.....	(39)

三、SRS 技术应用简介	(40)
四、SRS-3D 技术的应用及前景	(41)
第七节 虚拟杜比环绕声技术	(42)
一、概述	(42)
二、虚拟杜比环绕声处理芯片	(43)
第三章 家庭影院音响中心——AV 放大器	(45)
第一节 音响设备的主要电声指标	(45)
一、功率	(45)
二、频率特性	(46)
三、失真度	(48)
四、信噪比	(49)
五、动态范围	(49)
六、阻抗	(50)
七、增益	(50)
八、立体声分离度	(50)
九、音响设备的暂态特性	(51)
第二节 AV 放大器的组成和特点	(52)
一、AV 放大器的组成	(52)
二、家用 AV 放大器的电路特点	(53)
第三节 音频功率放大器	(55)
一、音频功率放大器的分类	(55)
二、音频功放的指标	(57)
三、功放的电源变压器	(59)
第四节 天逸牌 AD-5100A 型 AV 放大器	(60)
一、性能及特点	(60)
二、电路原理	(60)
第五节 新科 HG-5300A 功率放大器	(74)
一、主要性能指标和特性	(74)
二、CPU 的控制功能	(76)
三、整机连接及电路原理	(78)

第四章 音箱系统.....	(90)
第一节 扬声器.....	(90)
一、电动式扬声器.....	(90)
二、扬声器的主要性能指标.....	(91)
第二节 音箱.....	(95)
一、封闭式音箱.....	(95)
二、倒相式音箱.....	(97)
三、分频网络.....	(100)
四、音箱的性能要求.....	(104)
第三节 超重低音音箱.....	(107)
一、超重低音音箱.....	(107)
二、超重低音重放系统是家庭影院的重要组成部分.....	(107)
三、常见的无源超低音音箱.....	(108)
四、有源超低音音箱.....	(111)
第四节 音箱的发展与常见音箱简介.....	(113)
一、音箱发展概述.....	(113)
二、常见国外音箱.....	(115)
三、几款国产音箱.....	(118)
四、自制音箱应注意的几个问题.....	(121)
第五章 家庭影院系统的组成.....	(126)
第一节 怎样组成家庭影院系统.....	(126)
第二节 家庭影院房间的装配.....	(127)
一、室内声共振和染色.....	(127)
二、混响时间.....	(131)
三、室内的吸声及吸声材料.....	(132)
四、家庭听音室的标准要求及混响时间的选择.....	(134)
第三节 电视机配置.....	(136)
第四节 AV 功率放大器配置.....	(138)
第五节 激光影碟机的配置.....	(141)

第六节 音箱系统配置	(144)
一、主声道音箱	(144)
二、中置声道音箱	(147)
三、环绕声道音箱	(148)
第七节 音响线材	(149)
一、音响用线应当讲究	(150)
二、选购线材时应注意的问题	(152)
三、音响线材的代用	(152)
四、音像系统插接件	(153)
第八节 家庭影院室内音箱的摆位与调整	(153)
一、双声道立体声音箱摆位的推荐值	(154)
二、发烧友摆放音箱的一些经验	(155)
三、AV 系统音箱的摆放	(165)
四、音箱系统的调校	(166)
 第六章 家庭影院的故障检修	 (168)
第一节 故障检修的常用方法	(168)
一、直观检查法	(168)
二、注入信号检查法	(169)
三、信号寻迹检查法	(170)
四、逐级短路或开路检查法	(170)
五、置换元件检查法	(171)
六、电压电流电阻检查法	(171)
第二节 扬声器（音箱）及插接件故障检修	(172)
一、扬声器的故障检修	(172)
二、插接件故障检修	(174)
第三节 电源故障检修	(174)
一、电源常见故障	(175)
二、故障检修举例	(175)
第四节 AV 功放故障检修流程及实例	(177)
一、AV 功放故障检修流程	(177)

二、AV 功放故障检修实例	(181)
附录一 YAMAHA DSP - A3090 介绍	(185)
附录二 音响发烧友俚语	(199)
附录三 家庭影院常用词汇英汉对照	(202)
参考文献	(215)

第一章 家庭影院概述

家庭影院 (Home Theater) 是在家庭居室营造与电影院相似影音效果的 AV 系统, 具有最佳声像效果和三维空间的声场魅力。本章从家庭影院的形成过程入手, 进而介绍家庭影院环绕声基本原理、节目源以及家庭影院的构成设备, 使读者对家庭影院有个完整的概念。

第一节 引言

家庭影院包括视频系统和音频系统两部分。视频系统基本上是使用大屏幕 (64cm 以上) 电视机; 音频部分自成体系, 它必须是环绕声系统, 而且应该符合一定的标准, 原理和使用方法与常规的高保真系统 Hi-Fi 有很大的不同。因此, 在讨论家庭影院时, 如无特别说明, 就只讨论它的音频系统。

早期的录音/重放系统, 由于技术条件的限制, 音响设备都是单声道的, 这种情况一直延续到 20 世纪 50 年代初。在现实世界里, 声音总是来自四面八方, 不仅来自前方, 而且来自侧面和后方, 甚至来自上、下方。也就是说声音是多声道的。人们认识到单声道系统不能真实地重现自然声场, 于是开始寻找更好的办法。

早在 20 世纪 30 年代, 美国贝尔实验室就进行过三声道立体声录音的试验, 1958 年出现的商品化家用立体声系统只有两个声道。之所以没用更多的声道, 既不是出于消费者的愿望, 也不是因为专业界的选择, 而是由于当时技术条件的限制。那时可供家庭使用的录音载体只有黑胶木唱片, 它只能容纳两条声道 (沟道的两个侧面各录一条), 这是一种原理性的限制, 在当时是无法逾越的。虽然如此, 由于双声道系统的效果比单声道有显著提高, 所以还是受到广泛欢迎, 并作为纯音乐 Hi-Fi 的标准制式延续至今。虽然商业界一直把这种系统称作“立体声”, 但严格地说, 它的声场并不是立体的, 而只是位于听音者前面的平面。此外, 双声道系统的声像不够稳定, 很容易受外界因素影响而发生错位和漂移。如果想获得较好的效果, 则对器材、环境乃至听音者的位置等都有严格的要求, 只有极少数人能够并愿意满足所有这些条件。而且每个听音者的生理、心理及后天素质等存在着差异, 使得系统的调校非常复杂, 没有固定的方法和模式可循。即便是“发烧友”, 有时也会感到十分困难。

电影界的做法则与此不同, 他们认为, 要正确地重现自然声场, 所需的声道数不能低于四个。远在双声道立体声系统出现之前, 电影界就开始使用多声道系统了, 并一直延续到现在, 这种多声道系统无疑比双声道更接近于真正的三维立体声。但是, 由于近 40 年来人们总是把双声道系统叫做“立体声”, 至今已约定俗成, 不便更改。为避免混淆, 只好把二声道系统称为立体声 (Stereo) 系统, 而把具有更多声道的系统称为环绕声 (Surround) 或多声道 (Multi-channel) 系统。

电影界使用的多声道系统有两种制式: 用于 35mm 影片的四声道制式和用于 70mm 的

六声道制式。由于声道数太多，胶片上的光学录音区域容纳不下（图 1—1），初期的多声道影片只能在电影胶片上另贴一条录音磁带（图 1—2），放映时需要用有多路磁头的特殊放映机。这些都会增加影片的发行成本，所以到了 60 年代末 70 年代初，随着电影业的不景气，这种早期的多声道系统也渐渐走向衰落。

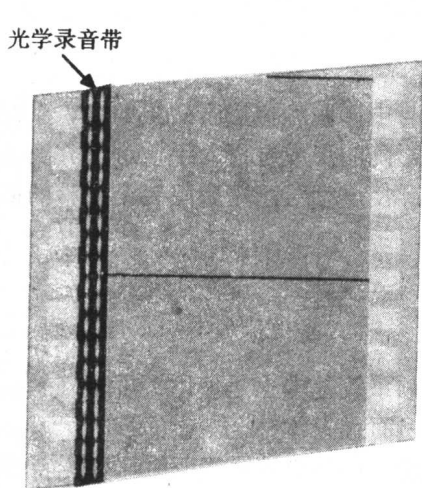


图 1—1 电影胶片上的光学录音带

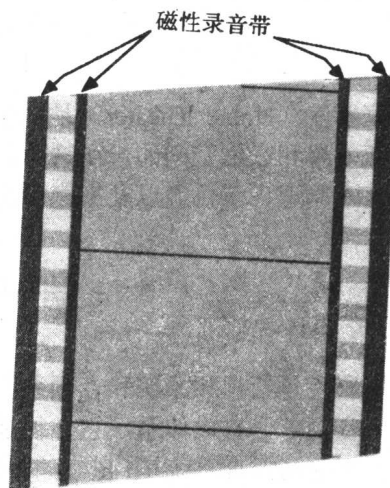


图 1—2 早期多声道影片磁性录音带

从 70 年代起，人们开始了新的探索，希望把四个声道的信号放进电影胶片的常规光学录音区中。Dolby（杜比）实验室为此而开发的 MP 矩阵编码技术获得了成功，该项技术的核心是利用相位和幅度的变化把四个声道的音频信号编码后变为二声道信号，从而可以用常规方法把编码后的信号印制在光学录音区的两条声轨中。放映时，再将这种含有特殊编码的双声道信号送入解码器内进行解码，恢复成四声道信号，所以又称为 4-2-4 编码。因为光学录音的动态范围小，噪声也较大，杜比又研制了 A 型减噪系统，以提高系统的保真度，此种成果称做杜比立体声（Dolby Stereo）系统，于 1976 年正式推出（图 1—3）。

在电影院里，演员的对话是电影伴音的重要组成部分，听众的注意力将集中在银幕上。所以在前方使用了三个声道：左、中、右（L、C、R），后方设置了一个效果声道，称为环绕声道（S）。前方的左右声道产生普通的双声道声场，中央声道用于把演员的对话固定在银幕方向上。如果没有中央声道，虽然左右声道的合成作用能够产生一个中央声道的“幻像”，但只有坐在中央席位上的观众才能感觉到声音的方向是正确的，坐在两旁席位的观众就会觉得演员的声、像来自不同的方向，这显然是别扭的。而增加一个中央声道就可以解决这个问题。环绕声道的作用是产生声音的环绕感，获得接近自然的声场，并用于播放一些音量较小的效果声或用于制造气氛，如风雨等背景声。

任何能够播放双声道伴音的影院只要增加一个解码器，以及相应的功放和喇叭，就能把含有杜比编码的双声道信号还原成四个声道的信号。而且这种编码方式具有良好的向下兼容性，即使在只有双声道甚至单声道设备的电影院里也可以放映，只不过没有环绕声而已。

采用 4-2-4 编/解码方式的多声道音响系统在电影业中取得了巨大成功。随着 VHS 录像带、激光影碟的出现以及家庭视频系统的日益普及，电影业发现这是一个巨大的市场，纷纷

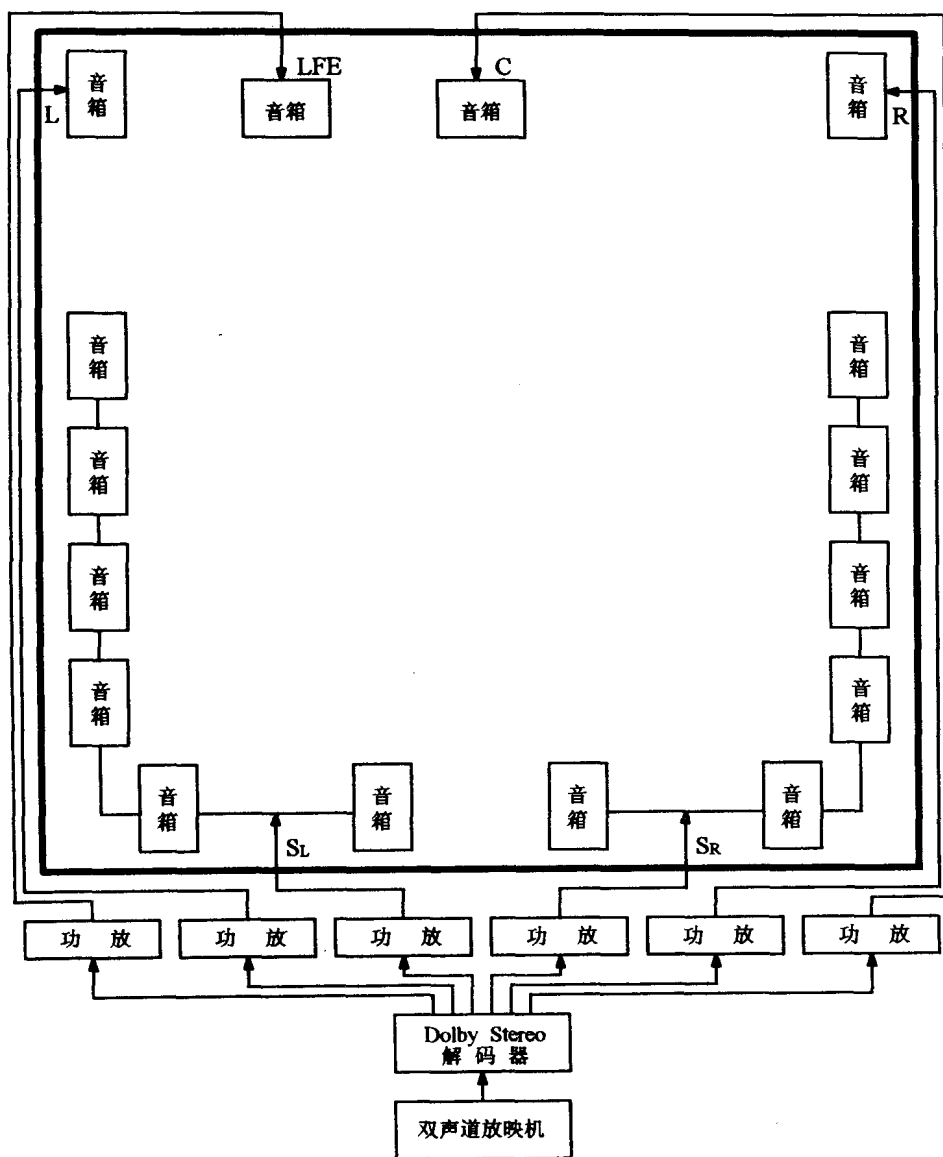


图 1—3 典型的杜比环绕声影院

把影片翻录到家用视频媒体上发行。但在普通的电视机或双声道立体声设备上播放家庭视频电影，声音效果比真正的电影院相差甚远，不能令人满意。杜比抓住这个时机，把影院的解码技术移植到家用产品中，于 1982 年开发出供家庭使用的环绕声解码器。早期的家用解码器是把影院解码器进行简化，并取消了 A 型减噪装置，以降低成本。这种简化的解码器称为被动式解码器或基本型杜比解码器，以区别于专供影院用的 Dolby Stereo 系统。此后，随着集成电路技术的发展，成本大大降低，使得制造廉价的高性能家用解码器成为可能。1987 年推出的 Dolby Surround Pro Logic（杜比专业逻辑环绕声，不赞成译为“杜比定向逻辑环绕声”），是一种主动式解码器，其性能比被动式解码器有很大提高，已达到专业影院解码器的水平。由于此前电影业已经发行了许多按杜比制式录制的影片，Pro Logic 从诞生之日起就

已拥有大量可以利用的软件，具有充分的用武之地，消费者立即接受了它。一时间，杜比矩阵编码 +Pro Logic 解码器的环绕声系统已成为各种家庭影院中普及率最高的标准配置。图 1—4 就是一套典型的杜比环绕声家庭影院，其布局和配置与电影院是一脉相承的。当然，不能使用电影胶片，而是改用家用节目源，如 VHS 录像带、VCD 碟片等。此外，由于居室面积远小于影院，故只需要两只环绕音箱，而不必像影院那样使用多达数十只的音箱阵列。

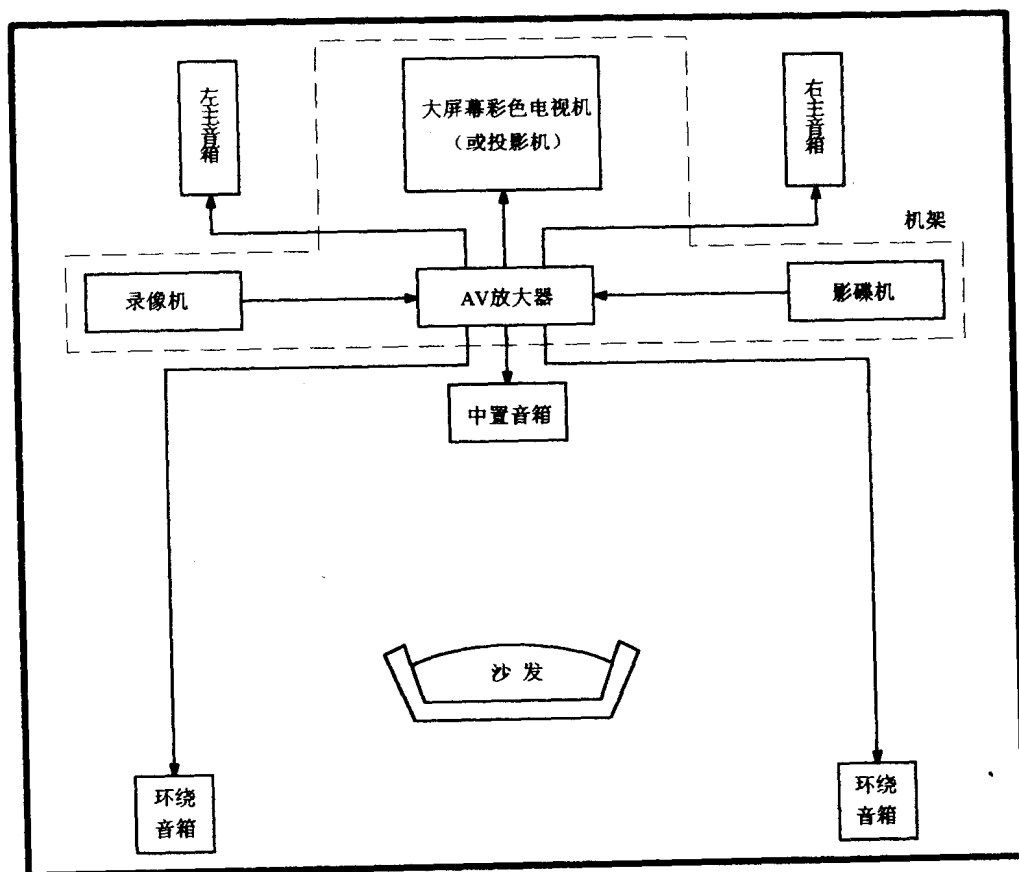


图 1—4 杜比环绕声家庭影院

研究环绕声系统的并非杜比一家，随着时间的推移，其他厂家的环绕声系统也纷纷出台，各有千秋。与此同时，Hi-Fi 高保真双声道立体声系统也力图挤进家庭。许多厂家宣传的“高级”产品，只不过是多个扬声器系统，甚至连多声道都不是。为此，弄清家庭影院的基本原理，对跟踪、使用以及发展我国的家庭影院事业十分必要。

第二节 环绕声系统类型简介

根据节目源编码方式的不同，当前环绕声系统可以分成两大类：模拟信号编码型和数字编码型。模拟编码型的主流是杜比 Pro Logic 系统，当前占据着家庭影院产品的绝大部分

份额。另一个主流系统是家用 THX (Home THX)，它所采用的技术仍是杜比技术，只是增加了一些后处理环节，并为家庭影院系统的其它环节（音箱、功放等）制定了严格的标准，以确保在家庭环境下获得与影院一致的效果。数字编码型是近年才出现的制式，主要代表有杜比数字环绕声系统（AC-3）和数字影剧院系统（DTS）。数字型由于使用了数字信号处理技术，性能指标大大优于模拟型。但由于其出现时间尚短，价格较高，且软件资源也较少，故普及程度远不如模拟型。这里所说的“模拟编码”和“数字编码”，都是指对环绕声信号编码方式而言的。有些节目载体（如 LD 片及 VCD 片）上的音频信号虽然也是数字的，但就环绕信号的解码过程而言，仍是先将数字信号转换成双声道模拟信号后，再进行环绕声解码操作，故仍应归入模拟环绕声一类。

一、伪四声道环绕声及人造混响环绕声

1. 伪四声道环绕声

前方一对 L、R 主音箱，后方一对环绕音箱，这是当前最基本的环境声格式。但由于送入这些音箱的声音信号来源不同，可以演变出多种不同的环绕声效果。

所谓伪四声道环绕声，是指图 1—5 所示的系统：从主声道输出端加一点衰减，甚至多数产品只是接一只 $10\sim 20\mu\text{F}$ 的电容，派生出两个环绕声接口。

这种环绕声只是一个花架子，因为加接后喇叭的结果，声音似乎来自四面八方有点包围感。但因家庭房间较小，后方音箱通常比前方音箱更接近听众，原双声道的声像定位反而变坏了，因而意义不大。

2. 人造混响环绕声

将 L、R 信号叠加，然后进行延迟和混响，再送入另一路小功放放大，推动两只并联或串联的环绕声音箱，这就是人造环绕声，如图 1—6 所示。

这种人造环绕声由于后方音箱发出的声音是由前方声部来的人造混响声，不但便于控制，改善了家庭环境狭小、听感不佳的弱点，还可以营造出空旷场所的音效感觉。该系统的另一个优点是，声源载体只需一般的双声道 CD、LD 和 VCD 片，不必采用专门软件。

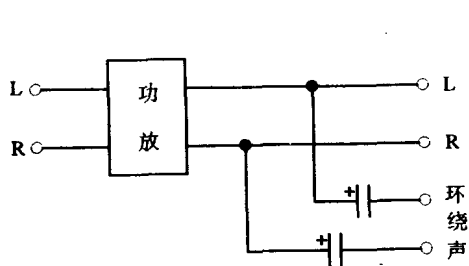


图 1—5 伪四声道环绕声

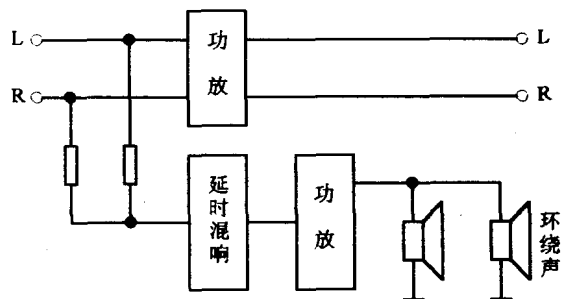


图 1—6 人造混响环绕声

上述两种格式因声源本身只有两路，都不是真正的多声道系统。杜比环绕声才是最起码的多声道环绕声系统。

二、杜比环绕声（Dolby Surround）

杜比环绕声技术是采用编码方式，将左(L)、右(R)、中间(C)、环绕(S)四个声道的信号通过编码器转换为两个声道的信号输出。

杜比环绕声解码器采用固定式矩阵电路,把两个声道的编码信号恢复成 L、R、C 以及 S 声道的信号,经功率放大后送至各自的音箱。杜比环绕声家庭影院通常省略中置声道 C,用以改善信道隔离度,并可降低成本。

杜比环绕声系统是一种采用较简单的电路就可获得较好环绕声效果的系统。目前我国许多小厂生产的家用 AV 放大器都采用这种环绕声系统,以双 D 和“Dolby Surround”为标志。如图 1—7 所示。



图 1—7 Dolby Surround 专用标志

三、杜比专业逻辑环绕声系统 (Dolby Pro Logic Surround)

Dolby Pro Logic Surround 是环绕声的第二代系统,该系统对杜比环绕声 4-2 编码系统不作变动,而在解码器中大做文章:增设了中间声道,采用自适应矩阵代替杜比环绕声中的固定矩阵。自适应矩阵能根据 L、R、C、S 信号的强弱自动监测出前方声道的方向和强度,以对数比例加强前方声道的电平,起到方向性增强作用,并能提高相邻声道间的隔离度,将原来的 3 dB 增加到 30 dB 以上。

杜比专业逻辑环绕声解码器还有不少改善性能的电路,将在第二章介绍。

有必要指出:“Dolby Pro Logic”中,关于“Pro”的译意有争议:一种意见认为译为“专业”更确切;而市面上更多的叫做“定向”。本书采用“专业”的译法。

Dolby Pro Logic 的专用标志见图 1—8。

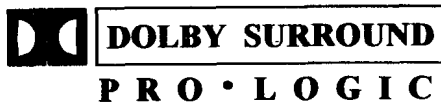


图 1—8 Dolby Pro Logic 专用标志

四、杜比数字环绕声 AC-3 系统

杜比 AC-3 系统 (Dolby Surround Digital) 是 1994 年由美国杜比实验室与日本先锋公司合作研制的一种全新的数字环绕声系统,共有六个完全独立的声道:三个前方声道(左 L、右 R、中 C),两路环绕声(S_L 、 S_R)为五个主声道,它们都是全频带的,扩展为 3Hz 到 20kHz;还有一个超重低音声道(S_w),频带为 (3~120) Hz,专门用于表现效果声,如爆炸声、撞击声等。因这个 S_w 声道频带窄,不能算是个完整的声道,故称其为 0.1 声道。这样,AC-3 共有 5.1 个声道。

需要说明的是:约在 1995 年以前,杜比实验室就这项技术曾赋予两种不同的名称:用于电影院时称为杜比数字环绕声 (Dolby Digital);用于家庭时则称为杜比环绕声 AC-3 (Dolby Surround AC-3)。事实上,这两种系统是同一种基本技术的变种,并无实质区别。为了避免



混乱,杜比实验室在 1996 年宣布,把这两个名称合为一个,统称为杜比数字环绕声 (Dolby Digital),其专用标志见图 1—9,本书为适应读者习惯,仍然沿用 AC-3 的称呼。

图 1—9 杜比 AC-3 专用标志

杜比 AC-3 环绕声播放系统见图 1—10。早期的杜比 AC-3 标志如图 1—11，只用于以前生产的激光影碟（LD）上，它们今后仍可继续使用，但对 1996 年以后新品种产品（如 DVD、HDTV 等）则应使用图 1—9 的标志。

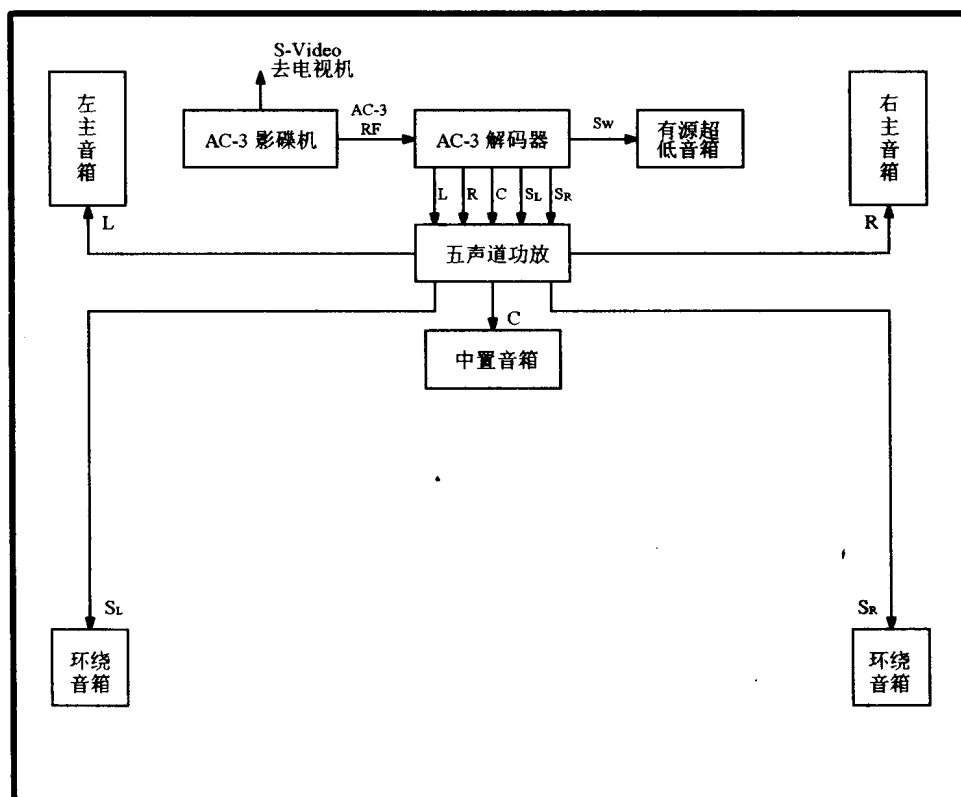


图 1—10 杜比 AC-3 播放系统

杜比 AC-3 系统已被美国联邦通信委员会（FCC）定为 HDTV（高清晰度电视）伴音格式，新一代数字影碟（DVD）也确定采用 AC-3 系统。可见，AC-3 系统今后不论在专业系统还是家庭影院系统都将得到迅速应用。

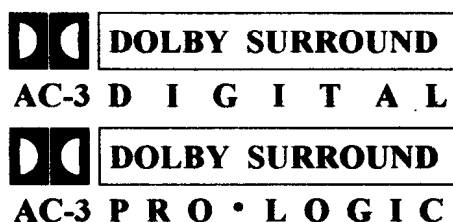


图 1—11 早期 AC-3 标志

五、THX 系统

THX 系统是美国鲁卡斯电影公司（Lucas Film）70 年代推出的六声道 70mm 宽银幕电影的音响系统，由于放映效果好，得到欧美上千家电影院的认可和应用，并被国际标准化组