

电子

发烧友

- 环绕立体声与家庭影院音响
- 康佳D系列彩电故障分析检修
- 曙光电子管介绍
- 松下M18M机芯彩电检修资料

第1辑

福建科学技术出版社



目 录

TN
13/1

电子技术

特稿专递

数字电视接收技术.....	(2)
环绕立体声与家庭影院音响	(10)

检修快讯

康佳 D 系列彩电故障分析与检修	(19)
长虹 C2591、C2993 系列彩电原理与检修	(43)
牡丹 64C1 型彩电电源电路分析及检修	(63)
多制式彩色电视机通道电路分析与检修	(78)
福日“世纪窗”彩电电源与保护电路分析与检修	(87)
福日 S4 机芯遥控系统简介	(92)

元器件库

曙光电子管介绍	(98)
电子管的使用原则及好坏判断.....	(101)

资料内存

松下 KX—F828CN 传真机检修资料	(102)
松下 M18M 机芯彩电检修资料	(121)

出 版 福建科学技术出版社

责任编辑 王健文 谢丰枫

唐 琪 刘 琛

书 号 (闽)新登字 03 号

ISBN 7-5335-1363-0/TN • 194

地址 福州东水路 76 号

邮编 350001

经销 各地新华书店

印刷 福建地质印刷厂

定价 18.20 元

数字电视接收技术

□蔡超来 王群生

电视技术在经历了第一次技术革命（黑白电视的出现）和第二次技术革命（彩色电视的出现）之后，目前正面临着第三次技术革命——高清晰度电视（HDTV）的发展。而这一发展过程又可以说是从低级向高级、从模拟到数字的过程。HDTV 的发展可以追溯到 70 年代初日本 NHK 开始 MUSE 的研究。由于当时数字的信道编码技术、调制技术和视频压缩技术等都不够成熟，因此 MUSE 采用的是模拟的传输方式。为了和日本的 MUSE 相抗衡，欧共体在 1986 年发布了欧洲的 HDTV 研究计划——EUREKA—95，继而于 1989 年开发成功了 HDTV 系统——HD—MAC。这一制式采用的仍然是模拟传输技术。美国 HDTV 的研究由于开展较晚，因此美国一开始就采用了日臻成熟的数字图像压缩技术和数字通信技术，从而推出了全数字的 HDTV。由于全数字方式具有抗干扰能力强，可启用“禁用频道”，便于与计算机接口，便于业务的扩展等优点，因此它的推出给 MUSE 和 HD—MAC 的推广带来重重困难。于是日本欧洲等很多国家纷纷转向全数字 HDTV 的研究。考虑到政治、经济等因素，各个国家一般都不愿意照搬美国的制式，因此各种新的数字电视标准相继推出。从目前来看，最有影响的还要数美国的 ATSC 标准和欧洲的 DVB 标准。本文主要根据这两个标准，对地面广播的数字电视接收技术进行一些介绍。

一、数字电视接收机的基本原理和框图

一般的数字通信系统主要包括这么几个部分：信源编/解码，信道编/解码，调制/解调，以及发送/接收等。数字电视系统也不例外。MPEG—2 对普通数字电视和数字高清晰度电视的系统层和各种应用作了详细的规定，因而使得各种数字电视的信源编解码技术几乎趋于一致。但 MPEG—2 并未涉及信道，因此在传输方面各种数字电视标准采用的方式有所不同。目前，从地面广播来说，世界 HDTV 传输系统存在两大流派，即 DVB 的 COFDM 方案和 ATSC 的 8VSB 方案。这意味着

其对应的接收机也将存在一定的差异，下面图 1 和图 2 就是这两种标准所分别推荐的地面数字电视广播接收机框图。

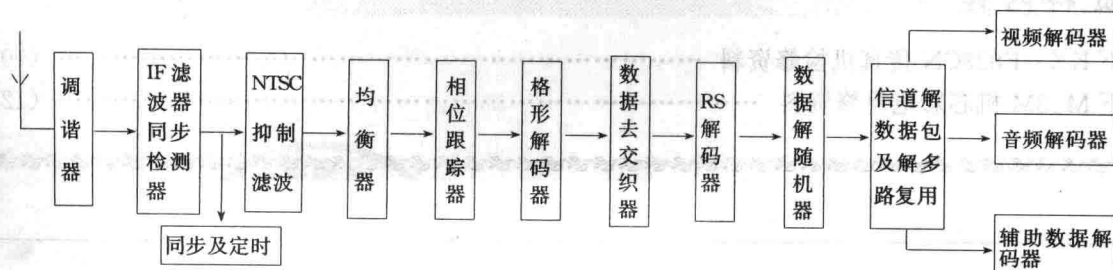


图 1 ATSC 接收机框图

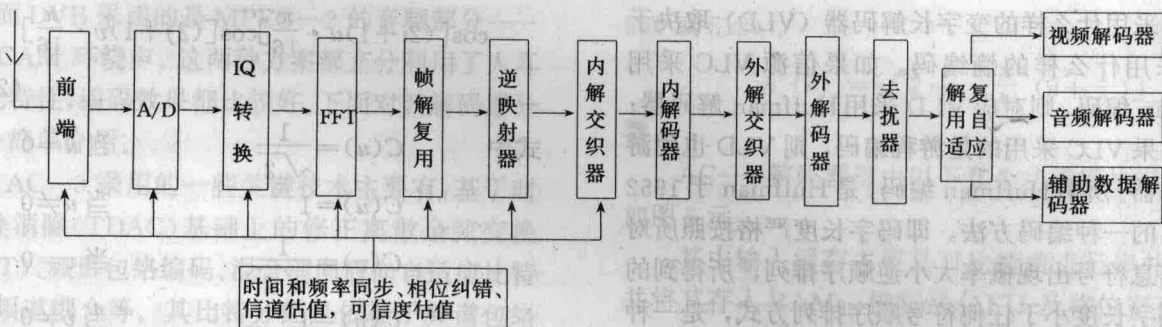


图2 DVB-T接收机框图

数字系统的易于结构化和集成化使得目前的数字电视接收机也走向模块化。一般来说,数字电视接收机可由信源解码部分、信道解调解码部分和接收部分组成。目前各个部分都有许多专用芯片推出,这对于面向用户的数字电视接收机的研制和生产都提供了极大的方便。本文接下来将对这两种数字接收机中所用到的一些关键技术进行介绍,重点放在前两部分。

二、数字电视接收的关键技术

(一) 信源部分

信源解码一般可分为三个部分,即系统解码器、视频解码器和音频解码器,如图3所示。

系统解码器从已编码的数据流中分离出视频和音频数据送往相应的解码器,并提取时序信息和有关辅助数据,用以控制另外两个部分,使其同步工作,对视频和音频数据进行正确解码。由于在整个

数字HDTV系统中,视频解码起到了举足轻重的作用,因此这里首先对接收机的视频解码作一详细介绍。

1. 视频解码

众所周知,图像通信的发展之所以长期落后于数据通信和语音通信,关键是因为图像的信息量特大,对其处理特别困难。HDTV的数字化也是一样,由于其数码率太高(高达1000Mbps),因此长期以来,人们对这一“庞然大物”无法问津。但是到了近一二十年,特别是近几年来,图像通信和全数字HDTV获得了惊人的发展,这一切莫不归功于数字图像压缩编码理论与实践的不断成熟以及计算机技术、超大规模集成电路(VLSI)技术的迅速发展。

根据MPEG-2视频压缩编码标准,一般的数字电视系统均采用自适应量化、 8×8 像素块离散余弦变换(DCT)、运动估值和运动补偿以及变长编码(VLC)等关键技术,因此在视频解码中也采用相应的逆变换或反变换。其解码器框图如图4所示。

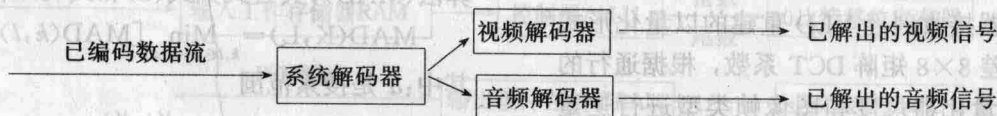


图3 信源解码框图

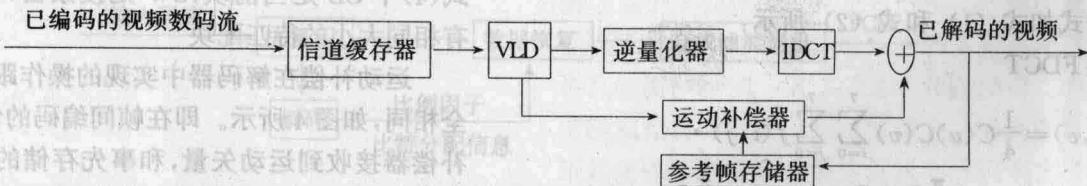


图4 视频解码框图

• 采用什么样的变字长解码器 (VLD) 取决于信源采用什么样的熵编码。如果信源 VLC 采用 Huffman 编码, 则对应 VLD 采用 Huffman 解码器; 当然如果 VLC 采用的是游程编码, 则 VLD 也用游程解码器。所谓 Huffman 编码, 是 Huffman 于 1952 年提出的一种编码方法, 即码字长度严格按照所对应的信息符号出现概率大小逆顺序排列, 所得到的平均码字长度小于任何符号顺序排列方式, 是一种熵编码中最佳编码方法。更通俗地说, 就是对于较频繁发生的事件配以较短的码字, 对于不频繁发生的事件配以较长的码字。这样, 从统计的角度来看, 其平均码字长度就变得较短了。由于 Huffman 码是一种非续长码, 即码字集合中, 任一码字都不是另一码字的字头, 因此解码器可以根据事先生成的一个码表 (该码表根据所有事件的概率分布而生成) 进行唯一且实时的译码。另外, 在视频压缩变换系数中, 除少数非零的低频变换系数及稀疏分布的非零高频系数外, 绝大多数系数都可能量化成零, 根据这一特点, 在信源编码中可采用另一种熵编码——游程编码。在游程编码过程中, 可以先对变换系数矩阵进行“折线”扫描或“隔行”扫描, 将大多数的零和非零的变换系数分离为不同的小组, 然后再进行编码: 即先对一个非零变换系数前面的连续的零变换系数之数目进行编码, 然后再对该非零变换系数值进行编码。解码时可以根据相同的规则获取某非零系数的值及其前面的零系数的数目, 然后按相同的扫描方式重构变换系数矩阵。

• 由于 VLD 解码速率是可变的, 因此必须在其前面增加一信道缓存器, 以保证 VLD 的正常运行。

• 逆量化器接收到经 VLD 重建的以量化形式的帧间预测误差 8×8 矩阵 DCT 系数, 根据通行的量化器矩阵及量化器尺度和图像帧类型进行逆量化, 从而送出一个 64 DCT 变换系数的系数块至 IDCT, 进行 DCT 反变换。

• 二维 DCT 变换是以 8×8 像素块进行的, 其变换公式如式 (1) 和式 (2) 所示:
正变换 FDCT

$$F(u, v) = \frac{1}{4} C(u) C(v) \sum_{i=0}^7 \sum_{j=0}^7 f(i, j) \cdot \cos[(2i+1)u \cdot \frac{\pi}{16}] \cos[(2j+1)v \cdot \frac{\pi}{16}] \quad (1)$$

反变换 IDCT

$$f(i, j) = \frac{1}{4} \sum_{u=0}^7 \sum_{v=0}^7 C(u) C(v) F(u, v) \cdot$$

$$\cos[(2i+1)u \cdot \frac{\pi}{16}] \cos[(2j+1)v \cdot \frac{\pi}{16}] \quad (2)$$

$$\begin{aligned} \text{式中} \quad C(u) &= \frac{1}{\sqrt{2}} & \text{当 } u=0 \\ C(u) &= 1 & \text{当 } u \neq 0 \\ C(v) &= \frac{1}{\sqrt{2}} & \text{当 } v=0 \\ C(v) &= 1 & \text{当 } v \neq 0 \end{aligned}$$

$f(i, j)$ 为像素值, $F(u, v)$ 为系数值。

在 HDTV 系统中, 选用 DCT 技术主要是要将原始图像中非常强的空间相关性加以去除, 从而达到码率压缩的目的。DCT 是一种正交变换, 它将信号从空间域变换到频率域, 使得大部分的能量集中在少数几个低频系数上, 而且代表不同空间频率分量的系数间的相关性大为减弱; 目前已研究出 DCT 变换的多种快速算法 (FCT), 大大减少了运算时间, 并且已有各种 DCT 和反 DCT 的超大规模集成电路芯片上市, 解决了其硬件实现问题; 另外, 由于 DCT 变换矩阵的基向量很接近 Toeplitz 矩阵的特征向量 (即沿主对角线的各元素相等), 而 Toeplitz 矩阵往往又具有人类语言、图像等信号的协方差矩阵的特点, 因此 DCT 变换在 HDTV 图像压缩技术中得到广泛的应用。

• 对于电视图像, 除场景切换外, 一般相邻帧之间都具有较强的相关性。目前, 为了消除这一属于时域的相关性, 大都采用运动补偿技术。对运动补偿而言, 采用何种运动估值算法, 对其帧间编码效果起着关键的作用。块匹配算法 (BMA) 是一种比较合适的运动估值算法, 其匹配准则一般选用平均绝对误差算法 (MAD), 其公式如式 (3) 和式 (4) 所示:

$$MAD(K, L) = \min_{k, l \in [-d, d]} [MAD(k, l)] \quad (3)$$

其中: d 是搜索范围

$$MAD(k, l) = \frac{1}{MN} \sum_{x=0}^{M-1} \sum_{y=0}^{M-1} |CB(x, y) - SW(x + k, y + l)| \quad (4)$$

式 (4) 中 CB 是当前块, SW 是搜索窗口中与 CB 具有相同大小的待匹配块

运动补偿在解码器中实现的操作跟编码器中完全相同, 如图 4 所示。即在帧间编码的情况下, 运动补偿器接收到运动矢量, 和事先存储的参考帧进行运动补偿, 然后将其结果与预测误差相加, 得重建的像素值。

2. 音频解码

在音频方面, ATSC 采用的是 AC—3 音频编码

技术,而 DVB 采用的是 MPEG—2 的音频部分——MUSICAM 环绕声。这两种方案都充分利用了人耳的听觉特性,编码效果都比较好。下面对其解码器分别作一简单介绍。

• AC—3 采用的一些关键技术主要有:基于时域混叠消除(TDAC)基础上的修正离散余弦变换(MDCT)、频谱包络编码、混合前向后向自适应比特分配、频道耦合等。其比特分配是依赖于频谱包络的,并且通过计算、比较,以改变核心程序采用的心理声学模型的各参数,同时将有关的辅助信息发送到解码器;基于 TDAC 的分析/合成滤波器,用以完成每块数据的时域和频域的相互转换。其 MDCT 变换算法如式(5)和式(6)所示:

$$y(m, k) = \sum_{n=0}^{N-1} h(n) x(n) \cos \left[\frac{\pi}{2N} (2k+1) (2n+1) + (2k+1) \frac{\pi}{4} \right] \quad k=0, 1 \dots \frac{N}{2}-1 \quad (5)$$

反变换为:

$$x'(m, n) = \sum_{k=0}^{\frac{N}{2}-1} y(m, k) \cos \left[\frac{\pi}{2N} (2k+1) (2n+1) + (2k+1) \frac{\pi}{4} \right] \quad n=0, 1 \dots \frac{N}{2}-1$$

$$x(n) = h(n + \frac{N}{2}) x'(m-1, n + \frac{N}{2}) + h(n) x'(m, n) \quad n=0, 1 \dots \frac{N}{2}-1 \quad (6)$$

其中: $x(n)$ 代表时域序列
 $y(n)$ 代表频域序列
 m 表示块的位置, N 为块的长度(可选

256 或 512)

$h(n) = \sqrt{2} \sin \left[\frac{\pi}{N} (n + \frac{1}{2}) \right]$ 为窗函数。

AC—3 解码器可由以下几个功能模块组成,如图 5 示:

其中输入缓存主要是对比特流进行串并变换,并将其存入 RAM; 控制器/ALU 及移位寄存器主要是完成同步信息及解码参数的提取,完成比特分配及包络解码等功能; ITU 主要完成频域到时域的变换,并将数据送缓存器输出。

• MPEG—2 的 MUSICAM 环绕声系统是在 MPEG—1 的声音压缩编码基础上扩展而成的,它采用的基本技术主要有:

① 基于快速 MDCT 技术,对输入信息进行子带划分。其变换算法如式(7)和式(8)所示:

$$y(k) = \sum_{n=0}^{63} x(n) \cos \left[\frac{\pi}{64} (n-16) (2k+1) \right] \quad k=0, 1 \dots 31 \quad (7)$$

$$x(n) = \sum_{k=0}^{31} y(k) \cos \left[\frac{\pi}{64} (n+16) (2k+1) \right] \quad n=0, 1 \dots 31 \quad (8)$$

② 比例因子。

③ 自适应比特分配。由于其子带数目固定为 32 个,且采用单一的前向自适应比特分配方法,因此在测试性能方面比 AC—3 系统略低一筹,但是其解码器的硬件实现较 AC—3 简单。其解码框图可参见图 6 所示:

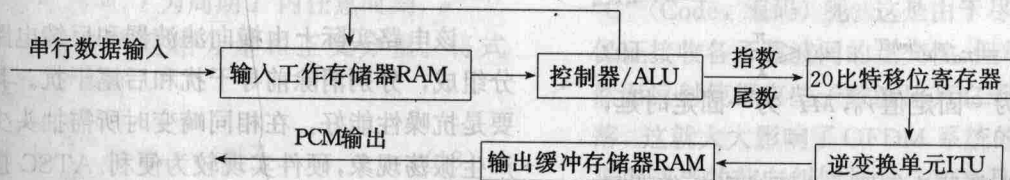


图 5 AC-3 解码框图

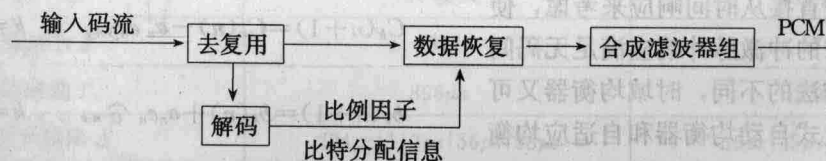


图 6 MUSICAM 环绕声解码框图

其中,通过解码部分获取比例因子和比特分配信息,然后送数据恢复部分,在那里对数据进行解压缩,最后经合成滤波器组由频域变换到时域,形成PCM样值输出。

在数字HDTV系统中,信源编解码可以说是其最关键的部分。目前,已有很多专门用于数字电视的MPEG-2解码芯片推出。比如C-cube推出的Avia-50x系列,LSI Logic的L64005, TI的AV7000系列等。各芯片在完成信源解码这一基本功能的基础上,各具特色,各显其能。由于各大公司的相互竞争,数字电视信源解码芯片的功能一定会变得越来越强,性能一定会变得越来越好,集成度也一定会变得越来越高。

(二) 传输部分

如果说HDTV的信源解码技术是现代数字图像、声音处理的结晶,那么HDTV的信号传输可以说是现代数字通信最新成果的体现。由于HDTV传输信号对传输质量的要求是非常苛刻的,因而在传输系统中都采用了信道纠错编码技术、先进的数字调制解调技术以及均衡技术、交织技术等等。

• 信道均衡

众所周知,由于地面建筑及各种复杂地形对电波的反射和散射作用,数字电视信号通过地面广播信道传播时,会产生多径效应,引起码间干扰。解决码间干扰常用的一个方法就是在系统中加均衡器。如果是从幅相频率特性来考虑设置均衡器,使均衡器和原系统合起来的传递函数 $H(\omega)$ 满足无码间干扰的条件,即

$$\sum_{k=-\infty}^{\infty} H(\omega + \frac{2k\pi}{T}) = r_0 T e^{-j\omega MT} \quad |\omega| \leq \frac{\pi}{T} \quad (9)$$

(这里假设 $h(0)$ 为一固定值 r_0 , MT 为一固定时延,其中 M 为整数)

则这种均衡器称为频域均衡器。由于这种均衡器只能均衡时变信道的幅频特性,不能有效地均衡群时延特性,故在数字电视传输中一般不予采用。另一种是时域均衡器,它是直接从时间响应来考虑,使均衡器与原系统合起来的冲激脉冲响应满足无码间干扰条件。按照调节方法的不同,时域均衡器又可分为手动均衡器、预置式自动均衡器和自适应均衡器。由于自适应均衡器具有调节速度快、均衡效果好、能根据信号本身进行均衡、能随着信道特性变化而调节等优点,因此在数字通信中得到广泛应用。

在时域均衡器中,横向均衡器是最简单也是最常用的,其构成如图7所示:

从理论上来说,有限个抽头的横向滤波器不能完全消除码间干扰,都会存在一定的剩余畸变。而另外一种均衡器——线性反馈均衡器,和横向均衡器相比,主要是在电路中增加了反馈。在满足一定的剩余畸变要求下,其所需抽头数可能较横向滤波器少,但其存在着稳定性问题,且不能对付前行干扰。同时,对这两种均衡器来说,当信道幅频畸变很大时,其输出噪声都将大为增加。因此在数字HDTV接收机中,必须采用一种抗噪性能较好的非线性均衡器。判决反馈均衡器就属于这一种。其结构如图8所示:

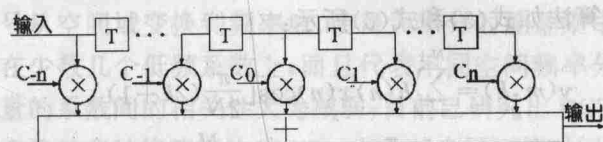


图7 横向均衡器结构

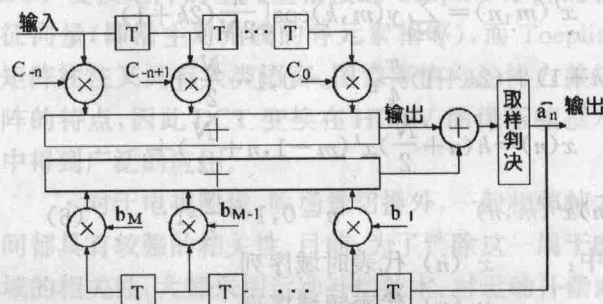


图8 判决反馈均衡器结构

该电路实际上由横向滤波器和反馈电路两个部分组成,分别消除前导干扰和后尾干扰。其优点主要是抗噪性能好,在相同畸变时所需抽头少,不会产生振荡现象,硬件实现较为便利。ATSC接收系统中就是采用这一均衡技术,对剩余畸变采用最小均方法(LMS),其调节公式如式(10)和式(11)所示:

$$C_k(n+1) = C_k(n) - \alpha_n e_n y_{n-k} \quad k = -N \dots, -1, 0 \quad (10)$$

$$b_k(n+1) = b_k(n) + \alpha_n e_n \hat{a}_{n-k} \quad k = 1, 2 \dots M \quad (11)$$

其中 y_{n-k} 为输入信号样值, $\hat{a}_{n-k}$ 表示判决得到的数码, e_n 为误差值, α_n 为调节步长。

在ATSC系统中,为了提高均衡器的收敛速度,用一已知训练数据对各抽头进行快速训练,而

对于快速的动态重影,则采用盲均衡模式来帮助捕获信号。另外值得一提的是,抽头数目的选取对均衡器有着重要的影响。抽头太少,不能起到消除干扰的目的,而抽头太多,又使硬件复杂性大大增加。ATSC 系统正是基于这一点,根据干扰持续时间及均衡器工作符号率(10.76MHz),选取适当的抽头数,即前馈横向滤波器选用 64 个抽头,反馈滤波器选用 192 个抽头。

• COFDM 技术

在 DVB-T 接收机中,见图 2,它并没有使用什么特殊的均衡器,而是用了一通用的快速富立叶变换(FFT)结构。正是这一结构,大大简化了 OFDM 的硬件结构,使得 COFDM 技术在数字 HDTV 传输系统中得以应用。

OFDM 即正交频分复用,它是一种多载波通信系统,最初应用于军事上,后来在欧洲数字音频广播(DAB)中获得巨大成功,目前又在数字 HDTV 系统中获得应用。与均衡器相比,OFDM 也能够对付系统传输多径干扰,同时又具有结构简单、成本低等优点,因此引起很多学者的兴趣。

OFDM 信号由多个等频率间隔的载波构成,各载波之间两两正交,而在每一载波上都用同一种调制方法。如果在指定频带内共设 N 个子载波,将基带数据也以每 N 个符号分为一组,使每一符号对不同载波进行调制,最后将各已调载波合起来即构成一 OFDM 信号。其表示如下:

$$V(t) = \sum_{n=0}^{N-1} M(n) e^{j2\pi n t/T} \quad (12)$$

其中 T 为符号周期, t 为周期 T 内任意时刻, $e^{j2\pi n t/T}$ 表示第 n 个载波的同相分量和正交分量。将式(12)离散化则得到

$$x(k) = \sum_{n=0}^{N-1} M(n) e^{j2\pi n k/T} \quad (13)$$

这是一个逆富立叶变换(IDFT)表达式。这说明由

IDFT 可以获得 OFDM 信号,反过来,要获得原来的数据信号,只要对接收到的 OFDM 信号实施 FFT 变换即可。这也正是 DVB-T 接收机中用到 FFT 的原因。

OFDM 采用 N 个正交的子载波进行传输,实际上相当于每个子载波上的调制符号的周期被延长了 N 倍。当 N 很大时,符号的周期也变得很长,因此对多径干扰也就很不敏感了。另外,有一点需要指出的是:保证各子载波之间的正交性非常重要。这点是保证接收机正确分离不同子载波上的信号,提高频谱利用率的一个条件。但是由于多径干扰,在接收到的各子载波间的正交性受到破坏,从而影响接收效果。因此必须在 OFDM 传输信号前插入一保护间隔 Δ 。一般说来,只要 Δ 大于多径时延时,子载波间的正交性就不会破坏。因此, Δ 越大,控制回波的范围也就越大,但是 Δ 的增大,又会令传输的效率降低。因此在 DVB-T 中, Δ 的选择主要依赖于在常规网中的自然反射延时或者单频网(SFN)中的传输距离。而为了获得最大比特率, Δ 一般低于 $1/4$ 的有效信号周期。另外,为了实现最大频谱效率,子载波间隔一般取信号周期的倒数,即 $\Delta f = 1/T$ 。根据这些规则,我们可以这样估算,如果 Δ 取 $250\mu s$,则信号周期 $T = 4 \times 250\mu s = 1ms$, $\Delta f = 1/1ms = 1kHz$ 。因此,对于 8MHz 信道而言,就得到 8000 个子载波。

在 DVB-T 系统中,OFDM 主要参数如下表所示:

最后还有一点,为什么要在 OFDM 前加一“C”(Code,编码)呢?这是由于尽管保护间隔可以保证接收各子载波间的正交性,但却不能避免衰落。然而反射使得有些子载波比其它子载波有显著的衰落,这就大大影响了 OFDM 系统的性能。因此必需采取适当的前向纠错技术(FEC)及交织技术对其进行编码,这就是所说的 COFDM。

参 数	8K 模式	2K 模式
载波数量	6817	1705
持续期 T_u	896 μs	224 μs
保护间隔 Δ	224 μs 112 μs 56 μs 28 μs	56 μs 28 μs 14 μs 7 μs
载波间隔 Δf	1116Hz	4464Hz
载波调制	QPSK 16-QAM 或者 64-QAM	
内码率	1/2 2/3 3/4 5/6 7/8	

来用·同频干扰滤波

在 ATSC 接收机中, 见图 1, 有一个 NTSC 抑制滤波器, 它是在数字电视与 NTSC 同播期间, 为抑制 NTSC 同频干扰而设置的。当停止 NTSC 业务后, 数字电视接收机即可省去该滤波器。NTSC 干扰抑制滤波器是梳状滤波器, 其结构如图 9 所示。其频率响应如图 10 所示。

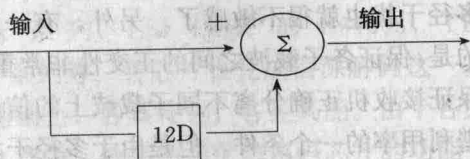


图 9 NTSC 干扰抑制滤波器结构

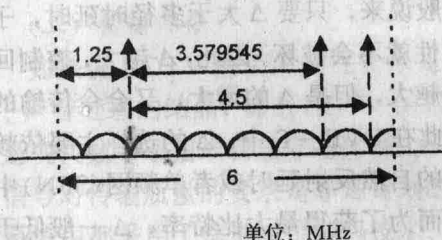


图 10 NTSC 干扰抑制滤波器频率响应

它提供 $57f_H$ 的周期性零点, 因此在 6MHz 内共有 7 个零点。让 NTSC 的视频载波频率 V、彩色副载波 C、音频载波 A 分别对应其第二、六、七个零点位置处, 从而使其达到了对 NTSC 同频干扰的抑制, 但同时也增加了接收机的复杂性, 使载噪比性能下降。

但是在 DVB-T 接收机中, 我们却未曾见到什么 PAL 抑制滤波器, 原因是它使用的是 OFDM 传输方式。在 OFDM 系统中, 我们可以直接对频谱进行开槽。方法很简单, 对现行电视的视频载波频率 V、彩色副载波频率 C 及音频载波频率 A 位置附近的那些子载波, 我们不用其来传递信息即可 (实际上只要将那些子载波上的调制符号设置为 0)。其频谱如图 11 所示:

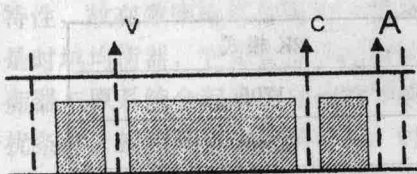


图 11 OFDM 频谱开槽

用这种方法来实现对同频干扰的抑制, 虽然其频谱利用率会稍稍下降, 但是不会带来其它任何损失, 而且实现方法简单, 不需另加滤波设备。这也

是用 OFDM 传输的另一优点。

·前向纠错技术

众所周知, 电视信号的传输差错一般来说总是难免的, 特别是对地面广播来说, 随机错误和突发错误总是时有发生。HDTV 的全数字化, 为其克服传输错误提供了一大方便, 那就是可以对数字信号进行一些信道编码处理, 使得接收机能够具有一些纠错功能。目前, 在 HDTV 系统中, 比较常用的有 RS 编码技术、交织技术和 TCM 技术, 因此在接收机中也对应采用了 RS 解码器、解交织器和 TCM 解码器等, 见图 1 和图 2 所示。

RS 码即 Reed-Solomon 码, 它是在 $GF(q)$ ($q \neq 2$) 上码长 $N=q-1$ 的本原 BCH 码。其最主要的特点就是其码元的符号域和根域取自同一 $GF(q)$ 上。对于纠 t 个错的 RS 码, 其生成多项式通常写为:

$$g(x) = (x - \alpha)(x - \alpha^2) \cdots (x - \alpha^{2t})$$

我们知道, 对于纠 t 个错的线性分组码, 其最小距离 $d=2t+1$ 。同时根据 Singleton 界, $d \leq n-k+1$ 。由于对 RS 码来说, 其 $n-k=2t$, 因此 RS 码是符合 Singleton 界的最佳码, 也可以说是一种最大最小距离码。但是 RS 码的译码相对来说比较复杂。从时域译码角度来看, 一般分为这么几个步骤: 根据接收矢量求出伴随多项式; 然后求出错误位置多项式; 接下来再解出其错误位置数、错误值, 继而求出错误图样; 最后再根据接收矢量和错误图样得到译码输出。近些年来, 很多学者致力于 RS 码的研究, 得到了很多快速译码算法。并且随着 VLSI 技术的发展, RS 译码器也逐步实现了集成化。这就使得它的应用日益广泛。目前, DVB 采用的是原体系的 RS (255, 239, $t=8$) 的收缩码 RS (204, 188, $t=8$), 其本原多项式为: $G(256) = x^8 + x^4 + x^3 + x^2 + 1$; 而 ATSC 采用的则是 RS (255, 235, $t=10$) 的收缩码 RS (207, 187, $t=10$) 码字。

尽管 RS 码是一种纠错能力很强的码, 但是在实际应用中经常很难找到合适它的参数, 这是因为对于相同的字符表, RS 码的码长总是比其它一些循环码短。因此, 为了获得长码, 人们往往采用交织技术, 对较短的 RS 码进行扩展。

交织方法是一种非常实用而且常用的扩展码的方法, 它能把较长的突发错误或多个突发错误离散成随机错误。其原理大致如下: 以一线性分组码 $[n, k]$ 为子码, 按每行一子码的顺序将 i 个码字排列成码阵。如图 12 所示:

$$\begin{array}{ccccccc}
 a_{1,n-1} & a_{1,n-2} \cdots & a_{1,n-k} & a_{1,n-k-1} \cdots & a_{1,1} & a_{1,0} \\
 a_{2,n-1} & a_{2,n-2} \cdots & a_{2,n-k} & a_{2,n-k-1} \cdots & a_{2,1} & a_{2,0} \\
 \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\
 a_{i,n-1} & a_{i,n-2} \cdots & a_{i,n-k} & a_{i,n-k-1} \cdots & a_{i,1} & a_{i,0}
 \end{array}$$

图 12 交织码阵

而传递时,则以列的次序进行传输: $(a_{1,(n-1)}, a_{2,(n-1)}, \dots, a_{i,(n-1)}, \dots, a_{1,0}, a_{2,0}, \dots, a_{i,0})$ 。从这一构造我们可以看出,交织方法实际上就是使每个 $[n, k]$ 分组码的码字相邻码元之间在传输时均相隔 i 位 (这个 i 称为其交织深度), 接收端将接收到的码字仍以码阵方式排列, 然后按 $[n, k]$ 子码的方式译码。这就相当于把信道中的突发错误分散到各个子码中去了。因此, 如果子码能纠正 t 个随机错误或 b 个突发错误, 则 $[ni, ki]$ 交织码就能纠正所有长度 $\leq it$ 或 $\leq ib$ 的突发错误。从上面我们可以看出, 交织的作用实际上就是把长的突发错误离散化, 交织方法实际上就是一种时间扩散技术。从理论上讲, 交织对突发信道带来的性能改善是明显的, 其性能随交织深度的增加而提高。当然这种改善是有限的, 当交织深度到了一定值后, 其性能的改善便十分缓慢了; 而从另一角度来看, 交织深度越大, 系统的复杂度就越高。因此对于最佳交织度的选择是有着重要实际意义的。ATSC 系统的卷积交织深度为 52 个数据分段, 约 $1/6$ 的数据场, 即 4.0ms 。因为其外码采用的是 RS (207, 187, $t=10$), 另加上一个同步字节, 因此其所能容忍的最大突发误码时间由式 (14) 得出:

$$4.0 \times \frac{10}{207+1} \approx 193\mu\text{s} \quad (14)$$

• TCM 技术

调制解调技术和纠错编解码技术, 是近代通信系统中为提高信息传输速率、降低误码率的两个关键技术。而这两者的结合又产生了一个崭新的技术——TCM。由于在 TCM 中一般采用易于实现的卷积码来编码, 而调制信号和卷积码都可看成是网格码, 因此便将这种调制和编码相结合的方法称为网格码调制 (Trellis Coded Modulation), 即 TCM。其原理主要就是在调制前对信号进行纠错编码, 使信号点之间的欧几里得距离最大, 从而达到增强抗干

扰能力的目的。理论和实践表明: 在不增加带宽和相同的信息速率下, 采用适当的 TCM 方法, 可获得 3~6 dB 的功率增益。一般来说, TCM 系统结构由图 13 所示。

其关键技术主要包括: 对于给定的调制和映射方式下选取何种最佳卷积码以获得最大欧氏距离; 在接收端选用何种译码方式以保证最佳系统性能。目前, 在数字电视系统中, TCM 一般选用码率为 $n/(n+1)$ 的卷积码, 并引入子集划分技术, 即利用信号之间的对称性将信号集连续地分割成较小的子集, 使分割后的各子集获得最大欧氏距离。而在译码方面, 一般采用最大似然译码方法——软判决 Viterbi 译码。目前, 各种 Viterbi 快速译码算法, 适应于 VLSI 的少状态转移译码算法纷纷推出, 使得卷积码的应用日益广泛。

总的来说, 传输部分对 HDTV 系统起着决定性的作用。目前已有不少厂家将信道解调, 信道解码 (包括 Viterbi 译码, 去交织, RS 解码) 等集成到一块芯片上, 这对高性能、高集成度的接收机的开发与制造提供了极大的方便。

(三) 接收部分

接收部分主要是一个调谐器。由于在电视技术中这部分已经比较成熟, 因此在这里不再多加介绍。

三、总结与展望

目前, 美国的 ATSC 和欧洲的 DVB 数字 HDTV 系统正日趋成熟。在这种国际大环境的推动下, 中国的科技工作者也在致力于自己的数字电视的研究。相信不久的将来, 符合中国国情的数字 HDTV 标准也将推出, 而与其相对应的数字电视接收机也将研制出来。

全数字 HDTV 有着广阔的发展前景, 而数字电视接收机更是拥有一个极其庞大的市场。随着数字 HDTV 标准的进一步完善, 随着 VLSI 技术的进一步发展, 各芯片供应商、各电视机制造厂家将在这—庞大的市场上展开激烈的竞争。而其竞争结果必然使得数字电视接收机向着高性能、低价格、多功能、高集成度的方向发展。



图 13 TCM 系统结构

环绕立体声与家庭影院音响

陈辉

本文以立体声音响的形成原理为基础,说明几种常见的多声道环绕立体声的构成原理和依据。通过分析它们的信号构成,让大家对诸如杜比环绕立体声、杜比定向逻辑解码、杜比 AC-3、THX、DTS 等的多声道环绕立体声系统的概念和特点有个较清楚的认识。同时,文中还对目前广为报刊杂志等媒体渲染的 3D 音频技术作了简要说明,分析了 3D 音频技术与多声道环绕立体声的区别,说明了 SRS、Spatializer 等的 3D 音频技术的应用范围和基本作用。

关键词:多声道环绕立体声

3D 音频技术 家庭影院

近年来,随着科学技术的发展,人们家庭中使用的各种各样的电器设备一天天多起来了,人们对家用电器的选择也越来越挑剔了。只因准备购买一件电器,进行了多方比较,多方取经,逛遍所有商场的例子司空见惯。当然,这是人们对自己辛劳积长下来的资金的珍重,是对自己要做出的选择的负责。本文的宗旨在于向大家提供关于如何选择家用音响系统的某些思路,让大家对时下炒得红红火火的各种“家庭影院”有个较为清楚的了解。以便让大家按照自己的要求

去购得一份能让自己称心的商品。

讲到“家庭影院”,许多人可能会有这样或那样解释或疑惑。那么,到底“家庭影院”是否有个确切的说法呢?按笔者现在的估计,可能已经很难了,难在一开始提出这种说法时,可能大家都不太在意为它去做个明确的描述,界定个概念内涵之类的。发展到今日各种各样的说法已经形成,而对此一定要做个什么样的统一,似乎也没太大的必要。就比如我们现在所看到的电影院,有的能放什么“杜比立体声”,有的能放“杜比 SR 环绕立体声”,有的则称自己能播放“杜比 SR·D 环绕立体声”。大凡此类,虽各有称法,我们大都可都用电影院来称呼它们。有兴趣时,叫它们为“杜比 SR·D 环绕立体声”电影院。没什么在意时,叫声电影院,大家都知道它是供大众观看电影的场所,也就罢了。但是,若讲究起来,大家还是讲得明白点好,例如“杜比 SR·D 环绕立体声”的电影院,以示它可以提供的音响效果与别的电影院就该有区别。这种区别的表现当然是建立在所播放的电影本身是按杜比 SR·D 环绕声的格式制作的基础之上的。有了这样的节目片源,有了这样的设备,才能拥有这样等级的效果。否则,只要有一个环节达不到,就不可能获得所希望的效果。

我们借电影院为例解释“家庭影院”可能是最为合适的了。一来“家庭影院”的说法就是源自电影院。二则“家庭影院”的



基本功能和电影院的相仿，许多方面有可比性。因此，我们对“家庭影院”到底是什么样的一个概念也可本着可详说，也可大至说说的态度来对待之。大凡指的就是：用在家庭环境或小规模的环境中观看影视节目的系统罢了。不过，由于“家庭影院”大都用电视机看图像，电视机可大可小，当然大的看得过瘾，因而，人们渐渐地变成把注意力集中到听声音所配置的音响系统上。于是乎便有了“听说你最近买了套音响，是家庭影院吗”之类的说法。俨然，将家庭影院中的视频成份一笔划掉。这许是大家都已熟知，要看图像就要有电视，就要有影碟机，故而弃之而不再提起便是。

在这，我们也就不提别的，只就音响系统的“家庭影院”系统作些讨论。叙述中所提的“家庭影院”也就是指音响系统部分。

家庭影院经过若干年的发展，目前已经从早期的“杜比环绕声 (DOLBY SURROUND)”发展到了今天市面上常见到的“杜比定向逻辑 (DOLBY PRO LOGIC)”和杜比 AC-3。其它的系统如 DTS、MPEG SURROUND、SDDS 等也在试图扩大自己的影响。还有一些被媒体炒得轰动一时的 SRS、SPATIALIZER 等系统也声称已在现有的 2 个音箱的音响重放系统的基础上，实现三维的环绕效果，而加入家庭影院的竞争行列。一些热心者还发现了 THX 的家庭影院系统。的确，市场上出现的种种牌子本就叫人难以选择，再加上如此众多的不同说法的系统，它们到底是什么样的东西？彼此间到底有什么样的差别？该怎么来认识它们呢？

为了说清楚这些问题，让我们回过头去，从最初的家庭影院的引入开始说起。

一、家庭影院的由来

最早成规模的家庭影院是由美国杜比公司发起的。当时，杜比公司推行的立体声电影的声音技术系统几乎占据了所有的立体声电影院。随着电视的普及，人们看电影的要求开始降低，代之发展起来的是在家里看电视，看录像。面对这种发展趋势，杜比公司想办法把立体声电影所能带给观众的听觉感受带到家庭环境，让坐在家里看电视时，也能够得到像在电影院中看电影时的那种听觉感受。这种办法就是杜比环绕声系统。这里，我们必须加以说明的是当时的立体声电影，指的是以杜比立体声 (DOLBY STEREO) 为声音系统的电影体制。杜比立体声的声音信号由四个独立的声道信号组成，即由被称左 (L) 声道、中置 (C) 声道、右 (R) 声道和环

绕 (S) 声道的四个声道组成。在立体声电影的拷贝中，这四个声道的独立信号经过一种称为矩阵编码的处理，变成二路的信号，分别记录在电影胶片的光学声轨上。在播放时，光学放音机将光学声轨上的信号读出后，恢复成二路的经矩阵编码过的电信号形式。我们要把它送到一个与编码矩阵相对应的解码矩阵电路上去，以解出隐含在这二路信号中的 L' 、 C' 、 R' 、 S' 四路信号，如果编码和解码电路，以及记录和重放过程都是理解的情况下，我们得到的解码出来的信号就有：

$$L' = L$$

$$R' = R$$

$$C' = C$$

$$S' = S$$

即完全地恢复出原有的四路信号。当然，我们就能在重放时，完全再现原有声音信号的效果。

杜比公司就是把这同样想法搬到家用的声象设备中来了。目标是借助立体声录音的 2 条磁性录音声轨，实现将 L、C、R、S 四路信号记录下来，并完整重放，以达到将带有四个声道的声音效果的影视节目的声音带入到家庭的环境中使用的目的。为此，杜比公司在电影中所使用的 DOLBY STEREO 技术的基础上做了适当的改动，推出了专门服务于家用的环绕声解码系统，即现在所说的 DOLBY SURROUND 杜比环绕声解码器。

由于受限于当时的技术条件，DOLBY SURROUND 的解码器解出的信号 L' 、 C' 、 R' 、 S' 与原始的 L、C、R、S 之间有一定的误差，

$$L = L' + \Delta L_1$$

$$C = C' + \Delta C_1$$

$$R = R' + \Delta R_1$$

$$S = S' + \Delta S_1$$

当然，用 L' 、 C' 、 R' 、 S' 重放的声音效果与用 L、C、R、S 播放的声音效果会有差距，但毕竟需要由四个声道 L、C、R、S 传达的主要信息，在 L' 、 C' 、 R' 、 S' 上已都能有所体现，只是存在程度上的差别而已。

若干年后，电路技术及工艺的进步，使杜比公司再次对已有的编码解码电路进行改进，使得编解码的性能更接近于理想化的水平，这就是现在所见到的 DOLBY PROLOGIC 杜比定向逻辑环绕声处理系统。应该说，它总的原则思路并没改变，依然是以 L、C、R、S 的四道路信号为目标建立环绕声系统。所出现的不同是，现在由杜比定向逻辑解码器解出的 L'' 、 C'' 、 R'' 和 S'' 与 L、C、R、S 之间的误

差 ΔL_2 、 ΔC_2 、 ΔR_2 和 ΔS_2 ，要比原先的 ΔL_1 、 ΔC_1 、 ΔR_1 、和 ΔS_1 小多了。

$$L = L'' + \Delta L_2 \quad \Delta L_2 \ll \Delta L_1$$

$$C = C'' + \Delta C_2 \quad \Delta C_2 \ll \Delta C_1$$

$$R = R'' + \Delta R_2 \quad \Delta R_2 \ll \Delta R_1$$

$$S = S'' + \Delta S_2 \quad \Delta S_2 \ll \Delta S_1$$

这样，当然用杜比定向逻辑就更能表现 L、C、R、S 所建立的环境声效果了。

至此，我们暂时先停下来，先不去管别的系统是怎么一回事，而是先来看看到底 L、C、R、S 这样的四个声道的环绕立体声系统究竟能给我们带来什么样的音响体验。要弄清这一点，我们要先从普通立体声的形成讲起。

二、普通立体声的构成

普通的立体声就是我们平时所说的立体声系统，它是由左和右的二个声道的信号，经由摆放在听音者前方左侧和右侧的 2 个扬声器重放出来的音响系统，如图 1 所示。



图1 普通立体声系统

对于像图 1 这样摆放的音响设备，我们可称它为双通道系统，即它可以接受外来的 2 个通道的声音信号，并将这 2 个通道的信号各自沿自己独立的信号放大通路，最后送到各自独立的扬声器上重放出声。

这时，如果我们给这样的系统送去的信号是立体声的信号，那么该系统重放给我们听的就是立体声的声音。若送给系统的是单声道的信号——只是将单声道信号分成二路来送到系统上，那么从左右 2 个扬声器重放出来的也不会是立体声信号，而只是单声道的信号。我们在听的时候，仿佛声音是从同一个位置上发出来的（若图 1 的位置，该是从音箱中间的位置上发出的）。而我们在听真的立体声节目时，就可能听到从各种不同位置上发出的声音——当然指的听觉上感受到的是像从不同的位置上发出的一样。

那么，立体声信号到底是怎样形成的呢，我们又如何能够听到立体声信号传给大家的关于声源在不同位置上发声的信息呢？

立体声的信号是在录音制作时，按照录音师的安排，通过各种技术手段的处理，实现将各种不同的声源安排在不同的位置上的。这些安排与处理的依据，都是以我们人耳对立体声信号的听觉结果为准则。

实验研究的结果表明：当人在听从不同方位传来的声音信号时，人的左右 2 个耳朵所听到的结果有些不同，这些的不同主要表现在：

1. 声音大小的不同；
2. 声音到达时间的不同；
3. 音色的不同；
4. 直接声与混响声比例的不同。

我们在制作节目时，主要就是在设备上，通过控制某个源信号分配给左右信号的大小、时间、音色以及混响声比例上的差别，达到将该声源定位在不同的方位上的目的。也就是说，当我们在制作节目时，我们对构成节目的各种不同的声源信号（如不同乐器发出的信号），分别进行调整控制，分别进行定位安排，这样就使得构成该节目的各种声源在空间上分布开来了，于是我们就获得了立体的声源位置分布的声音信号，即立体声信号。这种的听觉中感受到的声源位置，我们称之为声像位置。我们之所以称之为声像位置，是因为这样的位置只是听觉中感觉到的声源印象的位置，它只是一种幻像，而非真实的声源，所以我们称之为声像位置。

在立体声技术的发展过程中，由于受到技术条件的限制，我们在早期制作立体声节目时，主要考虑到的只是利用声音大小差别这种因素制作出的所谓强度差立体声，和利用到达时间差这一因素制作而成的时间差立体声节目。当然在实际某个节目制作过程可能既会用到强度差方式；又会用到时间差方式。其目的都在于能让我们获得一个更为清晰的立体声像的分布。至于混响声的比例主要用于形成一种在房间里前后位置的距离感，音色的调控主要目标仍在于突出声源音色自身的音质特征，很少用之于参与空间声像的位置安排上。即使有，也只是很简单地作频率特性方面的均衡，用于辅助建立更加自然的深度感。

在这样的制作方式下，我们在双声道的立体声系统上听到的立体声节目主要是声像分布在 2 个扬声器之间位置的方向上的，很难做到超出这一位置

们
在
的
同
的
为
专
果

方向。而且,当听音者的座位与2个扬声器的摆放位置之间的关系改变时,我们所感受到的声像位置也有所变化。例如当听音位置离左边的扬声器近一些时,就会感到所有的声像位置都向左边移了一些,而当听音位置向右边的扬声器靠近时,又会感到所有的声像都向右边移了些。当我们向2个扬声器的连线靠近一些时,又会感到2个扬声器之间的声像位置似乎各自边侧拉开了一些。

为了改进这种2个扬声器放音时,声像随听音位置明显发生偏移的现象,经多方研究发现,以增加一个中置扬声器(C)的方式来播放立体声节目,会使声像随听音位置的移动现象减轻一些。于是出现了用三个声道的扬声器系统来播放立体声节目的情况,这时用于中置扬声器(C)的信号实际上就是L声道和R声道信号叠加而成的,即 $C=L+R$ 。当然,我们这里所说的只是信息量,而并不是指信号电平大小就是两者叠加的结果。

在立体声电视出现之后,电视声音的立体声技术基本上沿用的是普通立体声系统的技术。在使用过程中,人们发现看电视时随着位置变化会引起声像偏移。特别是屏幕上的人物对话,老是出现人像在屏幕上,声音却从屏外传来这一视听不一致的感觉。当然这样的感觉多少是有点儿别扭的。于是,带中置扬声器的系统很快就被电视立体声所接受。

在电视立体声应用发展的同时,从事立体声研究的声音工作者们仍在不断地探索用于全方位表现声像定位的技术与应用方法,在研究室里,研究人员开始通过分布在空间周围六面上的许多扬声器以及各个扬声器对应的声音放大通路,研究全方位空间定位的方法及信号分配控制的定量关系。当然,这只是基础研究,在我们的家里是不会去布那么多的扬声器的。但是这种全方位定位的研究结果所带来的听觉感受却是我们在普通立体声系统上很难得到的,甚至说是根本无法得到的。

基于这样的全方位定位的研究成果,结合可行的实用形式,研究人员推出的各种环绕声系统,就是利用多声道信号传送多方位空间定位的立体声技术,我们统称它们为多声道立体声系统。

根据我们对双声道立体声系统的理解,如果我们用四个扬声器(相当于两套的普通立体声系统)构成一个如图2摆放的系统,即在图上的BCGF平面上摆放四个扬声器,分上左、上右、下左、下右,那么就可得到在BCGF整个面的方向上定位的声像。同样的道理,若我们将如图房间内的八个角上都摆

上音箱,那么不就是在全方位上进行声像的定位了吗?回答是肯定的,实验的结果证实这的确可以做到,但它也正如普通立体声的定位那样会受到听音位置移动的影响。而且由于技术上的限制,我们很难做到可在家用消费水平的价格上提供这样的多通道立体声的产品。

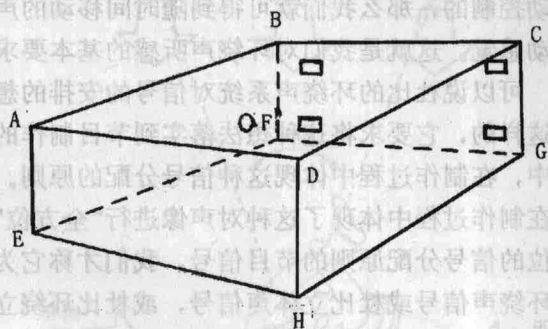


图2 多声道立体声系统

可以说,几乎所有可能组合形式的多声道立体声系统都被尝试过,那为什么最后留给大家的只有杜比环绕声系统这样的形式呢?其原因实际很简单,一是它的技术在当时的技术条件下切实可行,而且与制作系统基本相兼容;二是它的价格水平是大众消费水准的。因此,它的消费产品迅速进入到家庭,节目制作公司很快就推出为数众多的带杜比环绕声编码的节目供消费者选用。别的系统因得不到这方面的支持故而无法得到推广。

三、杜比环绕系统

那么杜比环绕声系统到底是个什么样的系统呢?我们说杜比环绕声系统实际上是一个由LCRS四个声道的信号构成的四声道立体声系统。其LCR三个声道是建立在增加了中置扬声器的双声道立体声系统上发展起来的。所不同的是带中置的普通立体声系统只有2个声道的独立信号,故此本质上仍是双声道的立体声系统。而这里的杜比环绕声系统中的LCR三个声道的信号是完全独立的三路信号。是在制作环节中形成的三个独立的声道信号。虽然这三路的信号构成方面与普通立体声的稍有不同,但其在空间声像定位上的作用却基本没变,依然是在扬声器之间的位置上进行定位(杜比环绕声系统通常要求LCR三个扬声器摆在同一平面内)。

杜比环绕声系统的环绕声概念主要是靠S声道的信号引进的。S声道的信号就是环绕声信号。杜比环绕声系统要求在相对于LCR三个扬声器构成的前向扬声器位置的基础上,根据听音位置的具体情

况,将环绕扬声器布置在后侧墙上,并且左右侧对称布置,对称地重放共同的S信号。这样形成了在以LCR和S之间形成前后方向上的扬声器分布,如果在制作时,对某些声源进行前后方向上的声像定位的信号分配控制,那么我们就可以获得前后方向上的声像定位。如果信号的分配是按时间变化进行变动控制的,那么我们就可得到随时间移动的声像运动感觉。这就是我们对环绕声听感的基本要求。

可以说杜比的环境声系统对信号的安排的想法是这样的,它要求将这种想法落实到节目制作的过程中,在制作过程中体现这种信号分配的原则。只有在制作过程中体现了这种对声像进行“全方位”的定位的信号分配原则的节目信号,我们才称它为杜比环绕声信号或杜比立体声信号,或杜比环绕立体声信号。

一个杜比环绕立体声信号是由四个独立的声道组成的信号组合形式。我们要把它传送出去,就要同时将四路一起送出去,否则便形不成杜比环绕声。但是同时传送四路的做法代价太大(就当时的技术条件而言),于是杜比公司的研究人员利用一种称为矩阵编码解码的技术,将四路的信号编码成二路信号的形式,进行传送、记录。在重放时再由矩阵解码处理将经过编码处理的二路信号解码还原成四路信号。其中,我们将杜比环绕立体声的四路信号经过矩阵编码后形成的二路信号,称为杜比环绕立体声编码信号。而将由此编码信号经解码处理后恢复出的四路信号称为杜比环绕立体声解码信号。

杜比环绕立体声的四个声道信号L、C、R、S是按照如下的规定安排的。

1. 左声道和右声道(L、R)

在杜比环绕立体声系统中,左(L)和右(R)声道的信号就像在普通的立体声系统中一样,包含了全部的声音信号。其目的是保证杜比环绕立体声系统的信号与普通立体声系统的信号之间的兼容。

在现代的一些节目制作中也有特别将对话信号完全放置在中置(C)声道上,而不让其融入L、R声道的做法。

2. 中置声道(C)

中置声道除了含有对话之外,还含有的需要保持其在画面上位置不受听音位置影响的其它信息。实际上,中置声道的作用最主要的就是如前面已说过的,保持声音与发出声音的对象在画面上的位置在视听方向一致性。因此,中置声道的信息几乎是L+R的全部信息,只是各种源信号的比例关系按

声像定位的分配关系不同而已。

3. 环绕声道(S)

环绕声道的信号安排完全由节目制作时的录音制作人员与设备而定,其安排方式也像在制作双声道立体声时安排左右声道的信号一样,是依据前后向上的声像定位来考虑的。这一环绕声道的信号,严格地说应说成是后向声道,只是大家更热衷于环绕的说法,所以也就顺其自然称之为环绕声道罢了。

实际上,在制作环境中的环绕声道也是全音域的,特别是现在的后期制作环境中对杜比环绕声的合成都是与5.1声道的杜比数字环绕声系统一起进行,所以后置的环绕声道都是全音域的。只是为了编解码的需要,杜比环绕声信号才有了后来的环绕声道只占据100Hz~7kHz带宽的情况出现。

经过制作合成得到的L、C、R、S的四个声道的杜比环绕立体声信号送到杜比环绕立体声的编码器上去,经编码处理生成一个只由二路信号组成的杜比环绕立体声编码信号,这个信号可以在现行的普通立体声通道上进行传输和记录。因此,杜比环绕立体声的编码信号可以很方便地占用现有立体声节目的所有传送渠道和媒体发行形式,很快地进入到消费者家庭。

这种杜比环绕立体声编码信号的最大优点就在于它的编码信号在形式上与普通立体声信号完全兼容。这里的兼容除了上述的通道指标相同外,更重要的是这二路的编码信号可以直接被当成普通立体声的左右声道信号来使用,而且所听到的声音基本没什么太大的二样。由于它的这种完全兼容性,杜比环绕立体声节目的发行没有任何的障碍。杜比公司通过节目的积累推动设备的发展的战略,很快就在竞争中取得决定性的胜利。这也就是为什么现在只有杜比环绕立体声这样一种多声道立体声系统占据市场的原因。

可以说杜比环绕立体声的信号一开始就是按四个声道设置的。这是由电影的杜比立体声音格式沿续下来的。在电影的胶片声轨上记录的就是经过4-2矩阵编码的杜比环绕立体声的编码信号,因此这种的编码标准也早有规定。在将杜比环绕立体声系统引入到家庭的初期,由于受到技术条件的限制,家用的解码器不可能像电影院的解码器那样容许太高的造价。因而早期的家用杜比环绕立体声解码器只是简单地将二路的编码信号作为左、右信号而不加任何处理,中置声道用L+R信号,环绕声道用的是以非常简单的解码电路从编码信号分离出来的解

码信号。

而杜比定向逻辑解码器则采用了像电影专业解码器一样的方向增强技术，使解码出的四个声道信号之间拥有较高的分离度。保证了杜比环绕立体声的声像定位基本上做到与制作时的定位一致。特别需要提出的是，由于采用了定向增强技术，对白的声音等原先被设置在C声道上的声音都能被较完整地独立出来，以此增强了在屏幕上的视听一致的声像定位。同时，为保证环绕声的信号分离具有较高的分离度，杜比环绕声信号被限制在100Hz~7kHz的频带范围。对于限制在这一范围内的环绕声道，我们就可以利用电路技术上的改进，把分离度做到30dB。这样基本上保证了声像定位的需要。

也正是由于实际解码出的杜比环绕声道的信号只有100Hz~7kHz的带宽，所以现在有相当多的家庭影院音箱配套生产厂家推出了带宽范围较窄的音箱作为环绕箱使用。但是，请大家要明确的一点，音箱带宽多少只是选择音箱的一个方面，最为重要的是要让我们所选择的配置在一起的音箱之间要有共同的音质取向，让它们所发出的声音之间彼此能相融在一起，共同塑造一个统一的声音环境氛围。

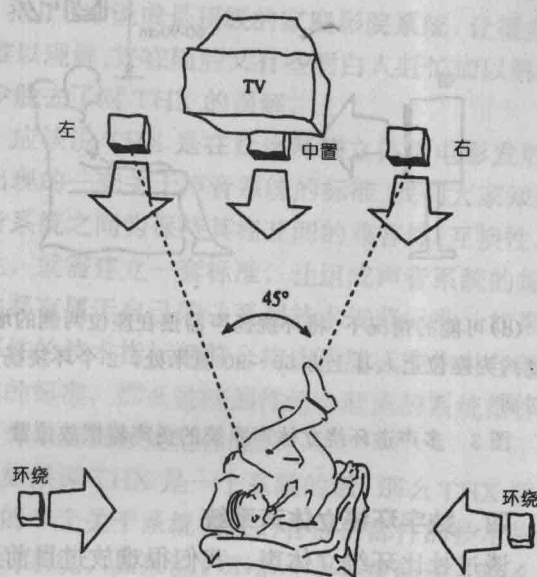
总的说来，杜比环绕立体声系统的音箱由5个箱体组成，如果考虑到增加一个专门的超低音箱，那就由6个箱体组成。

在5个的箱体中，左中右三个声道各要求有一个音箱与之配套，由于这三个声道的信号都是全音域信号，故此可选的音箱应该是全音域的，而且选择的性能标准也如同高保真音箱一样，声音越好的箱子作为环绕声系统的前向主箱一定也会越好。

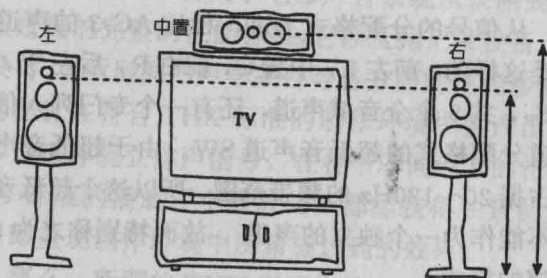
对于剩下的2个箱子，是作为环绕箱使用的。最好的做法是用与前向的三个音箱相同的箱子，这样可保证声音的一致性。但这样做的代价比较大，一般人不太容易接受。而且就杜比的环绕声道的信号而言其带宽较窄，所以几乎所有的箱子都可以用（若不是太注意音质的统一的话）。但有条件时，仍以选择音质取向一致的箱子为好。比较简便的做法就是选择一些有信誉的厂家生产的配套音箱，或是选择同一厂家的同一系列的音箱。

目前有些推荐专用的横卧式造型中置音箱，这其实也是一种权宜做法，这种的中置箱的设计是为了照顾中置音箱与电视机摆放的方便，这当然要牺牲掉一些前向声音的一致性。不过如果这样选择了，就一定要让摆在电视机上方的中置音箱与左右2个音箱的中高音单元尽可能接近于同一水平线。图3

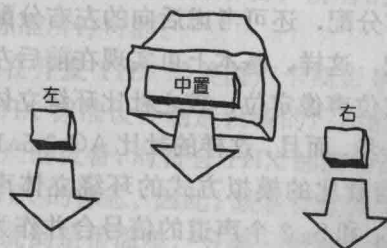
给出的是杜比环绕立体声音箱摆放位置的建议参考位置。



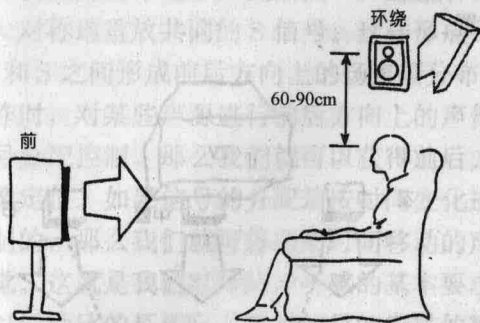
(a) 左右二个扬声器最好在45°的视角范围内环绕扬声器摆在侧墙的上方一些的位置上（如图d）



(b) 三个前向的扬声器，特别是它们的中高音单元最好尽可能地接近于同一水平线上。



(c) 中置扬声器最好与左右2个扬声器摆放在同一条线上，稍后退一些也是可以的。



(d)可能的情况下,将环绕扬声器摆在座位两侧的墙上,高度约为座位上人耳上方60~90厘米处,2个环绕扬声器面对面

图3 多声道环绕立体声系统的扬声器摆放位置

四、数字环绕立体声系统

谈过杜比环绕立体声,我们很难放过目前正处于高潮的杜比数字环绕立体声系统。

杜比数字环绕立体声系统,也称杜比AC-3系统,它是在杜比环绕立体声的基础上,利用数字压缩编码技术取代模拟的矩阵编码技术,而形成的一代新的杜比环绕声系统。

从信号的分配格式上讲,杜比AC-3的声道分配是这样的:前左L,中置C,前右R,后左 S_L ,后右 S_R ,共5个全音域声道,还有一个专门列入信号声道分配格式的超低音声道SW。由于超低音声道只占据20~120Hz的频带范围,所以这个超低音声道不能作为一个独立的声道,故而特别称之为5.1声道的格式。

AC-3的5.1声道格式的信号是在制作环境里优化生成的。相对于前面的杜比环绕立体声的制作而言,杜比AC-3的5.1声道的信号分配除了要考虑前向的左右分配,还可考虑后向的左右分配,再加上前后分配,这样,基本上可实现在前后左右的平面上的全方位声像定位,较之杜比环绕立体声系统又前进了一步。而且,这样的杜比AC-3 5.1声道的信号极易与杜比的模拟方式的环绕立体声相兼容,只需将 S_L 和 S_R 2个声道的信号合并作为单声道环绕声S,即 $S=S_L+S_R$,即可将杜比AC-3的5.1声道信号作为杜比环绕立体声的四个声道信号用。

应该说杜比AC-3的最大优点在于其成功地解决了多声道立体声信号的压缩编码的问题。它保证了在制作环节生成的5.1声道的信号,在经过AC-3的编解码处理后,能保持在听觉上难以分辨差别的保真程度。也就是说,经由AC-3编解码处理过的

信号,即解码出的信号,与原始的源信号相比,听感上是没有差别的。而经压缩编码处理后的数据流的码率可以做到能在现行的调频式模拟音频传送记录通道上进行传送、记录。

正是由于杜比AC-3的5.1声道的环绕立体声系统能提供听感相当于制作环境中的信号质量,所以杜比AC-3的5.1声道环绕立体声系统备受青睐。当然,AC-3以其所提供的信号的质量等级,要求扬声器系统能与之相称。因此用于AC-3相配套的音箱系统,应该是以5个全音域的相同型号的音箱为佳。需要时,再配上一个超低音箱,以产生更为充分的低频震撼力和低频延伸。当然,也正如杜比环绕声的各种折衷方案一样,我们不能说其它的音箱配置法不行,但总是不如用5个相同的全音域音箱好。至于AC-3的音箱布置原则大至与杜比环绕声的做法一致。

总之,杜比AC-3相对于杜比环绕立体声而言,具有可提更高质量的多声道信号,并且将环绕声道扩展成一对立体声的环绕声道,使得声像的定位区域扩大了,增强了听觉表现力。

在杜比AC-3推向市场时与其直接竞争的另一种也是5.1声道的环绕立体声系统就是曾一度被炒得红红火火的DTS。DTS是美国的另一个公司DIGITAL THEATER SYSTEMS推出的DIGITAL THEATER SOUND系统。公司名的简称也可叫做DTS,与其推出的系统叫法一样。

简单地说,DTS系统的做法也是对5.1声道的多声道立体声信号进行数字压缩编码的处理,以利于传输和记录,待到要重放时,先将其编码信号进行解码,解出表征原5.1声道的音频信号。可以说做法的原则和想法与杜比AC-3的没什么二样。但是,在具体采样的压缩算法和判则上却存在着较大的技术性差别,致使得DTS在将5.1声道的信号压缩后的码率要比AC-3压缩后的码率要高得多,接近AC-3压缩后码率的4倍。但是从音质上讲,DTS系统所提供的音质又与AC-3的不相上下。

应该说对DTS和DOLBY AC-3来讲,2种系统在除编码之后、解码之前的环节外,其它的一切方面大家都是相同的。这对于消费者而言,除了音源机和解码器之外,其它的部件的选择都是共同的。也就是说,消费用户若选择DTS系统,就要购买DTS的音源播放机和DTS的解码器;若改选AC-3系统,那么就要买AC-3的音源播放机和AC-3的解码器。这是因为AC-3的节目源和DTS的节目源目