

图解数字家电丛书

>>>>>

刘宪坤 翁泰来 / 编著



数字[家庭影院]

DIGITAL HOME THEATRE



江苏科学技术出版社

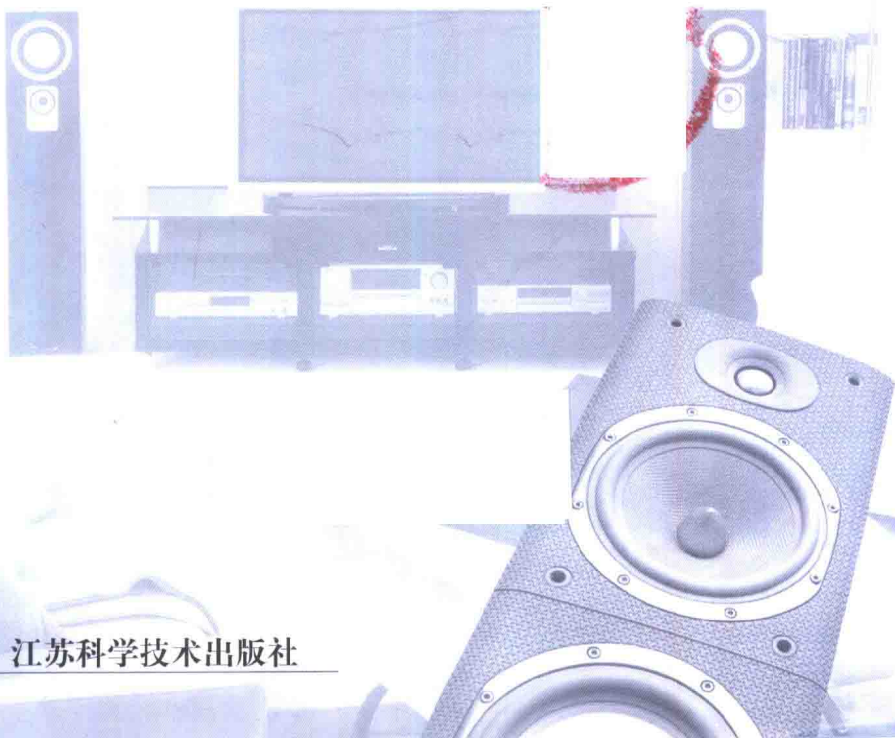
图解数字家电丛书

>>>>>

刘宪坤 翁泰来 / 编著

数字家庭影院

DIGITAL HOME THEATRE



江苏科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

数字家庭影院/刘宪坤,翁泰来编著.—南京:江苏
科学技术出版社,2003.3
(图解数字家电丛书)
ISBN 7-5345-3829-7

I.数... II.①刘...②翁... III.数字技术-家庭
影院 IV.TN946.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 084966 号

数字家庭影院

编 著 刘宪坤 翁泰来
责任编辑 宋 平

出版发行 江苏科学技术出版社
(南京市湖南路 47 号,邮编:210009)
经 销 江苏省新华书店
照 排 南京人民印刷厂制版分厂
印 刷 阜宁人民印刷厂

开 本 850mm × 1168mm 1/32
印 张 10.625
插 页 2
字 数 260 000
版 次 2003 年 3 月第 1 版
印 次 2003 年 3 月第 1 次印刷
印 数 1—5 000 册

标准书号 ISBN 7-5345-3829-7/TN.78
定 价 23.00 元

图书如有印装质量问题,可随时向我社出版科调换。

目 录

概 述	1
1 从音响到家庭影院	5
1.1 音响技术的诞生与发展	5
1.2 环绕声的由来	7
1.3 家用立体声和 4 通道	9
1.4 杜比和电影声	10
1.5 视频革命	11
1.6 立体声同视频结合	11
1.7 环绕声进入家庭	12
1.8 家用数字环绕声的发展	13
2 家庭影院用各种环绕声解码器	18
2.1 立体声与环绕声	18
2.2 杜比环绕声与杜比定向逻辑解码原理	21
2.3 杜比定向逻辑解码电路实例	25
2.4 THX 家庭影院系统解码原理	29
2.5 数字声场处理(DSP)技术	32
2.6 杜比数字(AC-3)家庭影院系统编解码原理	36
2.7 杜比数字环绕声 EX6.1 声道格式	38
2.8 DTS-ES 分离式 6.1 声道格式	39
2.9 杜比定向逻辑 II 5.1 声道格式	40

3	杜比数字(AC-3)音频解码器	42
3.1	杜比数字简介	42
3.2	产品功能	44
3.3	产品技术规范和要求	48
3.4	产品组 and 标准	48
3.5	一般产品设计考虑	57
3.5.1	产品输入和输出连接、复制控制	57
3.5.2	控制输出电平	63
3.5.3	杜比数字的音频特点	65
3.6	立体声产品设计考虑	75
3.7	多声道产品设计考虑	77
3.7.1	一般产品结构	77
3.7.2	模式开关和指示器——多声道产品	80
3.7.3	收听模式选择器	80
3.7.4	具有附加信号处理的产品	85
3.7.5	节目源选择器切换	86
3.7.6	磁带和耳机输出	87
3.7.7	节目格式显示	88
3.7.8	输出配置	91
3.7.9	扬声器选项和功率放大	101
3.7.10	解码器增益修正	103
3.8	系统校准	108
3.9	杜比数字附加器	112
4	DTS 环绕声编解码原理	117
4.1	综合设计目标	117
4.2	主要编码过程	122
4.3	编码策略分析	125

4.4	子带自适应差分 PCM	127
4.5	综合比特管理	133
4.6	接合频率编码	142
4.7	嵌入式解码功能	142
5	AV 放大器	147
5.1	何谓 AV 放大器	147
5.2	AV 放大器的分类	148
5.3	AV 放大器的性能	153
5.3.1	输出功率	156
5.3.2	频率响应	158
5.3.3	信噪比(S/N)	158
5.3.4	非线性失真	158
5.3.5	动态范围	160
5.3.6	阻尼特性	160
5.3.7	转换速率	161
5.3.8	声道分离度	161
5.3.9	输出阻抗	162
5.3.10	音频接口指标	162
5.3.11	视频技术指标	163
5.4	杜比定向逻辑 AV 放大器电路原理	164
5.5	杜比数字 AV 放大器电路原理	176
5.5.1	带杜比数字解码器的放大器信号处理过程	176
5.5.2	索普 SSP8800K/8600K AV 放大器原理	178
6	家庭影院用音箱(扬声器系统)	182
6.1	家庭影院中平面环绕声声环境的重现	183
6.1.1	人耳对声音的定向能力	183
6.1.2	人耳对声音的定向原理	183

6.1.3 电声系统重放时的声像呈现	186
6.2 家庭影院用扬声器系统组成	192
6.3 家庭影院前置左、右主音箱	193
6.4 家庭影院用中置音箱	194
6.5 音箱的磁屏蔽	196
6.6 家庭影院用前置音箱的指向性要求	196
6.7 后置环绕音箱	197
6.8 超低音音箱	201
6.9 杜比定向逻辑产品用音箱的配置要求	201
6.10 杜比数字产品用音箱的配置要求	202
6.11 THX 音箱配置要求	204
6.12 与高保真立体声用音箱的主要区别	204
6.13 家庭影院用音箱的试验项目	205
6.14 音箱的功率和功率试验	214
6.15 音箱的基本组成	216
6.16 扬声器低音单元和斯莫尔参数	218
6.17 扬声器中音单元	220
6.18 扬声器高音单元	221
6.19 扬声器助音箱	221
7 家庭影院多声道环绕声的听音评价 ...	231
7.1 音频压缩编码节目损伤的听音评价	233
7.2 多声道环绕声节目的录音和录音监听	237
7.3 家庭影院声重放器材的听音评价	240
7.4 听音评价方法及相关标准	240
7.5 听音评价用节目信号	243
7.6 音质评价术语	245
7.7 听音评价与客观技术参数关系	253
7.8 听音评价标准中的数据处理	255

8	DVD 视盘机	257
8.1	何谓 DVD	257
8.2	数字化和数据压缩	260
8.2.1	模拟信号的数字化	260
8.2.2	图像信号的数字化	260
8.2.3	图像和声音压缩技术	264
8.3	激光记录、读出原理	273
8.4	DVD 视盘的制造	274
8.4.1	母盘预制	275
8.4.2	母盘制造	276
8.4.3	复制	277
8.4.4	DVD 盘的结构	279
8.5	DVD 视盘机的功能及整机构成	281
8.5.1	DVD 视盘机的功能	281
8.5.2	DVD 视盘机的整机构成	282
8.6	激光头的结构及工作原理	289
8.6.1	激光头的基本组成	289
8.6.2	激光读出光盘信息的原理	291
8.6.3	激光头伺服	292
8.7	DVD 视盘机常用激光头类型	301
8.7.1	单束双镜激光头	301
8.7.2	双束单镜激光头	302
8.7.3	单束单镜激光头	304
8.7.4	双束双镜激光头	305
9	家庭影院的配置和选购	309
9.1	视频连接	309
9.2	DVD -Video 视盘机产品	312

9.3 音频解码器和系统配置	321
9.4 AV 功率放大器和多声道合并式放大器.....	324
9.5 家庭影院用音箱套件	327
9.5.1 基本要求	327
9.5.2 典型品牌和产品	328
9.6 家庭影院组合套件和组合件	329

概 述

家庭影院是随着音响技术、电视技术和录像技术的成熟,在 20 世纪 80 年代中后期逐渐形成的一种集音乐欣赏与视觉享受于一体的家庭娱乐中心。这个中心的核心设备叫做控制放大器,后来又叫做 AV 放大器,不但能控制音频(Audio),而且也能控制视频(Video)。进入 20 世纪 90 年代后,随着数字技术的飞速发展,又出现了数字化的家庭娱乐中心,它不但能欣赏数字音响,也能欣赏数字视频节目,这就是数字家庭影院。

为了搞清家庭影院的概念,我们想先从影院谈起,从影院技术的发展和延伸,逐步涉及环绕声影院、数字影院、家庭影院、数字家庭影院,以及新近崛起的数字电影、(全)数字影院及未来的(全)数字家庭影院。

影院 众所周知,影院就是电影院的简称,是一种供大众“视听享受”或“视听消费”的“娱乐场所”,也可称为公众“视听环境”。早期的影院声音是单声道的,后来(20 世纪 50 年代以后)发展为双声道立体声。在美国等发达国家,还有些影院采用了 3 声道、4 声道或 7 声道立体声。当然,双声道、3 声道和多声道立体声的音响效果都要比单声道好。

环绕声影院 20 世纪 80 年代中期以后,美国杜比公司又开发出了采用矩阵方式将电影胶片上的 2 个物理轨迹用 4 个通道(左、中、右、环绕)的信息编码的所谓环绕立体声技术,配备相应的声重放设备,能播放环绕声电影的视听场所,就是环绕声影院。环绕声技术让视听者不仅能体验到声源的空间和方位感,还能产生强烈的纵深感和临场感。因而,环绕声影院使日渐衰退的美国电

影业得到了复兴,并使在世界范围内的环绕声影院发展到几万家。

数字影院 20 世纪 80 年代后期,杜比公司将数字音频技术用于 35 mm 胶片电影,开发出了杜比数字格式的环绕立体声电影。此格式从 1992 年发布到 1999 年 6 月,已发行了近千部杜比数字环绕声电影,世界 50 多个国家的一万多家影院配备了杜比数字播放设备,这类能播放杜比数字(或 DTS 等)的数字式环绕声影片的影院即称为数字影院。

家庭影院 20 世纪 80 年代以后,由于微电子技术的飞速发展,大规模集成电路(LSI)的应用日益广泛,LSI 与同时期发展起来的激光视盘(LD)技术相结合,就把原来在环绕声电影院里才能享受到的视听环境引入了家庭,从而出现了家庭影院。即利用电子技术(构成 AV 放大器)、LD 视盘(其声轨采用杜比矩阵式环绕声调制)、大屏幕电视和 5 只(或更多只)音箱组成可以在家庭环境下播放彩色电影和环绕立体声的家庭影院。进而,人们把构成家庭影院这种视听环境的一系列产品也就称之为“家庭影院产品”,简称“家庭影院”。因此,人们现在常说的家庭影院(产品)实际上是指“由环绕声放大器(或环绕声解码器+多声道声频功率放大器)、多个(5 个以上)扬声器系统(音箱)、大屏幕彩色电视(或投影电视)及高质量 AV 节目源(LD、DVD、DTV、数字电缆电视及数字卫星广播等)构成的具有环绕声影院效果的视听系统。”

数字家庭影院 20 世纪 80 年代后期的矩阵式环绕声家庭影院虽然比原来的双声道及多声道立体声效果明显增强,但由于模拟矩阵式编码方式的先天不足,影院声像定位的左、右、中声道分离度很低,理论上只有 3dB,即使是后来改进的杜比定向逻辑方式也只有约 30dB,这是达不到重现高质量视听效果要求的。因而,在 20 世纪 90 年代初数字影院技术的基础上,1995 年,杜比公司又借助同期成熟的激光视盘(LD)技术,将 5.1 通道的杜比数字(即 AC-3)音频信息载入 LD 的一个伴音声轨,引入人们的家庭,从而产生了数字家庭影院。现在所谓的数字家庭影院是指能播放

AC-3、DTS、SDDS 等 5.1 通道或 6.1 通道(如杜比数字 EX、DTS-ES 等)数字式环绕声的家庭影院。

数字电影 所谓数字电影,就是不用胶片,完全用计算机和数字技术拍摄和放映的电影,其影像清晰度及声音的还原度大大优于传统的胶片电影。数字电影的特点是电影制作和放映的全过程都是数字化的。数字电影的第一部影片就是好莱坞赫赫有名的电影制作人乔治·卢卡斯制作并于 2002 年 5 月 16 日在全美公映的星球大战系列影片的第 5 部《星球前传 II:克隆人入侵》,此片仅有数字版本,其最终产品是一个数据量为 Tbit(10^{12} bit)的计算机文件而不是电影胶片。以计算机文件形式存在的数字电影产品的发行方式与原来的胶片电影大不相同。电影发行公司可以通过卫星向世界各地的影院直接传送电影画面和音响,也可以刻录在 DVD 光盘上送到要播放的影院,还可通过宽带网络直接将电影文件传送到影院。

数字电影的最大特点之一,是其制作成本仅为胶片电影的百分之几甚至千分之几。其原因是数字技术可以大大减少整个制作人员的数量。在传统电影制作中,工作极度分化,类似于音响编辑、合成、影像编辑以及特殊效果等工作,要分别派给不同的人负责。采用数字技术后,利用计算机,一个人即可完成这些工作。

(全)数字影院 相对于能播放杜比数字或 DTS 等数字式环绕声影片的影院而言,能播放数字电影(影像和声音全用数字化手段制作)的影院应当叫“全数字影院”。当然,今后随着数字电影的普及,原来仅能播放数字环绕声的影院也许都演变成了全数字影院,而原来的数字影院(仅指声音)的概念也就自然消亡,代之以播放数字电影的影院。

由于数字电影刚刚出现,目前,除了电影制作成本较高外,一台数字投影机 and 一台用于存储电影文件的大容量服务器的价格就要 25 万美元,这对于当前不景气的美国约 36 000 家电影院来说,短时间内更新设备是不大可能的。目前,美国仅有 50 余家配备了

数字投影机可以播放数字电影,而世界其他地区也仅有 30 家这样的数字影院。

从长远来看,由于数字电影的制作成本低,发行方便,震撼力强,相信在不久的将来,随着数字影片和数字投影设备产量的增大,成本降低,会有越来越多的影院向数字影院转型。我们今天正在进入数字电影时代。

(全)数字家庭影院 无论是数字影院还是全数字影院,当专业技术成熟以后,下一步就是将新技术引入更广阔的市场——家庭。可以预计,若干年以后,成熟的全数字电影(影像和声音用全数字化技术制作)也必将会进入家庭,从而出现全数字家庭影院。届时,全数字家庭影院也应当能兼容播放仅有数字环绕声的数字家庭影院影片(如 DVD、LD 等)。到那时,数字家庭影院的概念或许就涵盖这两种含义了。

1 从音响到家庭影院

1.1 音响技术的诞生与发展

音响一词泛指通过相关设备播放出的音乐、讲话及其他声音,或是在演出现场直接演唱或奏出的音乐、讲话及其他声音,通过各种电子设备处理后再播放出来的声音。最早的音响是 1877 年爱迪生发明的留声机播放唱片的声音。留声机记录和重放声音的过程完全是机械式的,因而有很大的局限性。录音时,人的声音和乐器的声音所引起的记录针的振动变化是如此微弱,以致于许多声音被丢失,甚至在最好的条件下,录的声音听起来仍很单薄、枯燥。而在录音时,艺术家和演奏家则必须尽可能地聚集在起集音作用的喇叭筒周围,乐队要排得很紧,每个人都要大声地演奏,故称“灌音”。在这种条件下,当然不可能有高质量的录音。

进入 20 世纪后,电子技术进入了蓬勃发展和实际应用时期,真空电子管和电子放大器的发明,可将微弱的声音放大成千上万倍。1924 年以后,电磁刻纹头和话筒等换能器的相继实用化,使唱片录音技术开始进入“电气灌片时代”,录音质量和播放效果都有了明显提高。与此同时,由电动拾音头、电子管放大器和电动扬声器组成的电唱机也日趋成熟,30 年代以后,粗纹唱片及唱机的重放频率范围已达到 $30 \sim 8000 \text{ Hz}$,大大提高了唱片的艺术欣赏价值,“高保真热”也由此开始。

1948 年,美国 CBS 研究所研制出密纹唱片(LP),不仅放音时间比原来的虫胶粗纹唱片提高 5~6 倍,而且信噪比、频率特性、失

真和动态范围等主要电声指标都有很大提高。10年以后,1958年,45°/45°调制的双声道立体声唱片问世,它可以使聆听者感受到声源的方位,重现现场舞台的“声像”,产生仿佛亲临现场的感觉(临场感)。LP唱片和双声道立体声技术相结合,标志着唱片的发展真正进入高保真(HiFi)时代。

立体声技术出现以后,为了追求高保真,原来的直接刻纹方式已不能满足要求,特别是要刻录一个大乐队的演奏时,倘若刻录过程中稍有差错,就得全部重来,很不经济。20世纪50年代以后,由于高质量磁带录音机的出现,人们很快改用了多通道间接录音方式来刻录唱片,即人们借助于专用多通道磁带录音机,首先将节目记录在原版磁带上,然后通过磁带放音可随时刻录唱片原版,这样,就不再受时间和条件限制了。

受20世纪50年代兴起的多声道电影立体声的影响,20世纪70年代以后,美、欧、日等地出现了各种各样的4声道立体声唱片,先后有兼容分立式(CD-4)、相位矩阵式(SQ)、通用矩阵式(UMX)等多种制式,但因设备造价高,实际效果也不理想,故多年来制式未能统一。加之某些技术问题一直未能彻底解决,致使4声道技术迟迟未能普及推广。

20世纪70年代以后,唱片技术的发展开始转向数字化,而立体声技术也由杜比公司开始在电影院中采用杜比立体声(Dolby Stereo),实际上就是早期的环绕声。它是利用矩阵编码技术将电影胶片上的2个物理轨迹用4个通道的信息(左、中、右、环绕)编码,所用的通道结构是在影院立体声标准中形成的左、中、右和环绕。

20世纪80年代中期,家庭影院中的环绕声就是这种杜比环绕声影院的家庭版,虽然比普通立体声明显增加了声场的纵深感和临场感,但因声道间分离度较低,影响了清晰的声像定位,故而,杜比公司在1987年又为家庭使用推出了改进的杜比定向逻辑(Dolby Pro-Logic)环绕声。

1992年,杜比公司又开发了电影用的杜比数字(AC-3)格式的数字环绕声系统,并于1993年被美国数字电视大联盟选作为数字电视环绕声标准,又于1995年通过LD视盘引入家庭影院,从此开创了家庭影院的数字化时代。在AC-3之后,又先后出现了DTS(美国DTS公司)、SDDS(日本索尼公司)、Dolby Digital-EX、DTS-ES、Dolby Pro-Logic II等多种新的数字式环绕声格式,性能及音响效果不断提高。

进入20世纪90年代中期以后,随着数字电子技术和VCD、DVD等光盘类视听产品的发展,以及改革开放后,我国城乡人民物质文化生活水平的提高,消费电子市场已从20世纪80年代的收录机,20世纪90年代的彩电、组合音响,转向20世纪90年代后期开始的家庭影院。特别是1997年以后,采用杜比数字环绕声格式且有500电视线以上图像清晰度的DVD视盘机在我国市场出现,家庭影院开始在我国走俏。因为DVD视盘系统就是主要为人们在家里欣赏电影而开发的,它不仅有高质量的图像,而且可提供5.1通道数字式环绕立体声,使人们坐在家即可享受到如同亲临数字影院一样的声像的深度感、空间感和临场感,因此,作为声像完美结合的产品,家庭影院目前在我国市场上受到广泛欢迎。

1.2 环绕声的由来

声重放技术从单声→双通道立体声→多通道立体声→环绕立体声(Stereo Surround)(简称环绕声:Surround Sound)的发展道路,始终是追求着一个目标——更逼真地再现原声场。为了这一个无止境的目标,人们经过了一百多年的努力,并且仍在继续努力。

最初的商用多通道格式是20世纪50年代为电影院开发的。当时,对大众还是一个新概念的立体声(Stereophonic Sound)同宽银幕电影一起进入电影业。与双通道格式不同,家用立体声用的多通道格式是从电影开始的,其通道数最少为4通道,包括4轨迹

Cinema Scope(35 mm)和 6 轨迹 Todd-AO(70 mm)电影格式在内,每部电影的多声道被记录在带状磁性材料上。为了播放这些影片,放映机配备有和磁带录音机一样的重放磁头,电影院配备有附加的放大器和扬声器系统(音箱)。

电影立体声格式从一开始就有横跨前方的几个声道,再加上至少有一个向着影院后方播放的声道(几个扬声器)。最初,后者是作为效果通道,并保留作为特殊的具有戏剧效果的微妙声音。因为胶片上的声轨特别窄,当不需要时,有些格式就可用触发音来关掉此通道。

由于磁格式的昂贵和电影业的不景气,在 20 世纪 60~70 年代,电影立体声失宠,但声音混合器(Sound Mixer)还在继续做效果通道试验。有些磁格式,如 6 轨迹 70 mm 磁格式在所有通道中均提供了一致的信噪比,混合器可以利用其效果通道,以连续低电平的环境声包围听众。这种效果通道在总体上使传播的声音更真实,而不仅是具有特殊的戏剧效果。

在 20 世纪 50 年代,具有带状磁性声轨的电影提供了最早的多通道声音。例如,70 mm 电影(图 1-1(a))就是 6 个声轨,其结构布局是:横跨前方的是 5 个相同的声道,再加上一个向着观众席的侧面和后面的环绕声道(图 1-1(b))。当银幕较小时,就减少银幕声道,以便使对白清晰。杜比实验室推荐上述结构,20 世纪 70 年代末已标准化:左(L)、中(C)、右(R)为主要的银幕声道(1,3,5),一个环绕声道(6),2 个低频“低音扩展”声道(2,4)。

杜比实验室还开发了使 70 mm 电影胶片能携带 2 个环绕声通道(代替通常的 1 个环绕声通道),并由电影制片商选择的技术。这种“立体环绕声”(Stereo Surround)70 mm 格式是今天的“5.1”通道杜比数字环绕声格式(具有 3 个前方通道,2 个环绕声通道,1 个低频效果通道)的先驱(见图 1-5)。