

信号处理与节目源设备

袁大江 著



电子科技大学出版社



作 / 者 / 简 / 介

袁大江, 1963年3月生, 贵州省毕节市人, 中共党员。1983年7月从贵州省商业学校四年制无线电专业毕业后, 在毕节市广播电视台从事广播电视技术设备的技术保障工作至今。其间, 先后在国家科技核心期刊《电声技术》上发表《MBTS-1400微波发射机的音质改进》、《虚拟环绕声技术在调频立体声广播中的应用》等文章, 多次获得贵州省广播电视厅(局)“科技创新”“科技论文”奖。在长期的技术保障工作之余, 特别偏爱音响技术。



责任编辑: 张 鹏

设计制作: 圣才文化
www.cdscbook.com



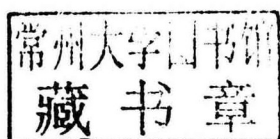
ISBN 978-7-5647-3225-7



定价：28.00元

信号处理与节目源设备

袁大江 著



电子科技大学出版社

图书在版编目 (C I P) 数据

信号处理与节目源设备 / 袁大江著. — 成都: 电子科技大学出版社, 2015.8

ISBN 978-7-5647-3225-7

I. ①信… II. ①袁… III. ①节目源 - 数字设备 - 视听设备 - 信号处理 IV. ①TN948.13

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 203883 号

信号处理与节目源设备

袁大江 著

出版: 电子科技大学出版社 (成都市一环路东一段 159 号电子信息产业大厦 邮编: 610051)

策划编辑: 张 鹏

责任编辑: 张 鹏

主 页: www.uestcp.com.cn

电子邮箱: uestcp@uestcp.com.cn

发 行: 电子科技大学出版社发行部

印 刷: 四川西南彩色印务有限公司

成品尺寸: 170mm × 240mm 印张 10.5 字数 240 千字

版 次: 2015 年 9 月第一版

印 次: 2015 年 9 月第一次印刷

书 号: ISBN 978-7-5647-3225-7

定 价: 28.00 元

■ 版权所有 侵权必究 ■

◆ 本社发行部电话: 028-83202463; 本社邮购电话: 028-83208003。

◆ 本书如有缺页、破损、装订错误, 请寄回印刷厂调换。

四川省版权局举报电话: 028-87030858

前 言

随着电子信息技术的高速发展，DVD 等电子视听设备走进了千家万户，成为人们生活不可或缺的应用工具。

为了满足越来越多的人对视听设备的信号处理及节目源设备的更深入的了解的需要，作者在多年从事视听节目制作、播放工作的基础上，深入浅出地编写了这本《信号处理与节目源设备》，以便为初学者工作学习提供方便。

本书主要内容有：DVD、CD、电唱盘等的主要技术措施、工作原理、工作过程，数字录音座的类型，MD、MP3 播放机的组成与工作原理，电声乐器与电子乐器的信号处理，频率均衡器、自动反馈抑制器、效果器、压限器、激励器、分频器以及卡拉 OK 伴唱机的工作原理、技术指标、特殊功能、使用方法等。

本书知识面较宽，内容颇为丰富，引用的资料是视听设备中常见的、先进的，具有一定的代表性。本书尽量降低理论深度，强调实用性，力图从电路方框图对设备内外部的工作过程进行讲解，着重信号处理流程，以提高读者对信号处理与节目源设备的认知。

由于水平有限，编写时间紧，书中缺点和错误在所难免，欢迎广大读者批评指正。



目 录

上 部 节目源设备

第 1 章 激光数字视盘机 (DVD)	2
一、几代 DVD 机的特点	2
二、DVD 机的主要功能	4
三、DVD 机的主要技术措施	4
四、DVD 播放机的工作原理	6
五、DVD 光盘	13
第 2 章 激光 (CD) 唱机	27
一、激光唱片的记录方法	27
二、激光唱机的基本组成	33
三、激光唱机的工作过程	34
第 3 章 电唱盘 (电唱机)	41
一、电唱盘的类型和技术指标	41
二、电唱盘的组成	43
三、密纹唱片	46
四、电唱盘的使用与维护	50
第 4 章 数字录音座	52
一、数字录音座的类型	52
二、R-DAT 数字录音座	52
三、S-DAT 数字录音座	58
第 5 章 MD	62
一、MD 播放机的组成与工作原理	62

二、MD 播放机的使用	65
-------------------	----

第 6 章 MP3 播放机	68
---------------------	----

一、MP3 播放机的工作原理	68
----------------------	----

二、MP3 播放机的使用	71
--------------------	----

第 7 章 电声乐器与电子乐器	72
-----------------------	----

一、概述	72
------------	----

二、电子键盘乐器	73
----------------	----

三、电声弹拨乐器	75
----------------	----

四、架子鼓与电子鼓	77
-----------------	----

五、乐器音箱	78
--------------	----

下部 信号处理设备

第 8 章 频率均衡器	82
-------------------	----

一、频率均衡器的作用和类型	82
---------------------	----

二、频率均衡器的主要技术指标	83
----------------------	----

三、均衡器的使用	87
----------------	----

第 9 章 自动反馈抑制器	90
---------------------	----

一、反馈抑制器的基本原理	90
--------------------	----

二、SabineFBX 系列反馈抑制器	91
---------------------------	----

三、反馈抑制器的使用	93
------------------	----

四、FBX—901 反馈抑制器的特殊功能与技术性能	94
---------------------------------	----

第 10 章 效果器	98
------------------	----

一、延迟器	98
-------------	----

二、混响器的类型	102
----------------	-----

三、利用延迟器反馈构成混响器	104
----------------------	-----

四、延迟混响器的使用	105
------------------	-----

五、YAMAHA REV 100 型数字混响器	106
-------------------------------	-----



六、数字信号处理器 (DSP 效果器)	112
七、DOD DSP16K 型效果处理器	116
八、YAMAHA 990 型效果处理器	120
 第 11 章 压限器	125
一、压限器的作用	125
二、压限器的工作原理	125
三、压限器的使用	129
四、压限器的技术指标	132
 第 12 章 激励器	134
一、激励器的原理	134
二、激励器产品示例	136
三、激励器的调控	137
 第 13 章 分频器	139
一、分频器的种类	139
二、功率分频器	139
三、电子分频器	140
 第 14 章 卡拉 OK 伴唱机	145
一、概述	145
二、卡拉 OK 机技术指标和特殊功能	145
三、典型卡拉 OK 机特性和操作使用	150

上部 节目源设备

音响系统中的节目源设备比较多，包括调频调幅广播接收机，激光、密纹唱片与磁带的重放等器材和设备。下面对市面上常见的一些节目源设备进行介绍，而调频调幅广播接收机、传声器等将另文分析，本书不再提及。由于节目源部分注入电平低，因此，所有器件和设备都必须保证灵敏度高、信噪比大、失真度小、可靠性好。

第 1 章 激光数字视盘机 (DVD)

DVD 是英文 “Digital Versatile Disc” 的缩写。DVD 是一个大家族，包括用于播放视频的 DVD-Video 播放机，用于音频的 DVD-Audio 播放机，用于计算机的 DVD 驱动器和各类 DVD 光盘。



一、几代 DVD 机的特点

1996 年初，DVD 机进入中国市场，1997 年春夏之交，第二代 DVD 机也进入国内市场。2000 年初，第三代 DVD 机在日本和欧美市场流行，不久也进入我国市场。

第一代 DVD 机进入中国市场显得比较仓促，代表机型是松下公司的 300A，第一代 DVD 机的功能普遍不够完善，基本上为单 6 区机。

第二代 DVD 机比第一代 DVD 机有较大改进。第二代 DVD 机具有一些共同特点，在使用功能方面更加完善。首先是多数机型可兼容部分区位，拓展了片源范围。为了提高图像质量，增加了色差分离输出方式，以减少色信号串扰，使彩色图像质量得到进一步提高；第一代 DVD 机使用 8bit/13.5MHz 的图像 D/A 转换器，第二代 DVD 机则采用 10bit/27MHz 的图像 D/A 转换器；在音频处理方面，充分加强声场类型和效果，还使用了 24bit/96kHz 的音频 D/A 转换器，使 DVD 机播放 CD 唱片的质量达到中高挡 CD 唱机的播放水平，DVD 机的声道分离度达 110dB 以上，动态范围达 114 以上 dB，信噪比可轻易达到 115dB。第二代 DVD 机的型号很多，比较典型的机型有东芝 SD-K310，松下 DVD-A330、夏普 DV-5100、先锋 DVL-909、索尼 DVP-S7000 等等。

第三代 DVD 机的典型特点是全自动识别区位的全区机。代表机型有先锋 DV-S9 型、DENON-DVD3000 等机型。第三代 DVD 机可播放欧洲 2 区和澳洲 4 区视盘，并且能播放 PAL 制 DVD 视盘，而前两代机均不具备此项功能。此外，第三代 DVD 机还有以下特点：

1.10 bit /27MHz 视频 DAC 成为第三代 DVD 机的标配

视频 DAC 全部采用 27MHz 的取样频率和 10bit 的数模转换。视频 DAC 是在 MPEG2 图像解码和 PAL/NTSC 数字视频编码后，将数字视频信号转换成模拟视频信号，以便电视机接收。在这一数模转换中，原来采用的是 8 bit /13.5MHz 的方式，现将其取样频率增加一倍，转换数位增加 2 位，转换精度提高，获得的图像信噪比也更高，以确保 DVD 最佳的画质。

2.24 bit /96kHz 音频 DAC 成为第三代 DVD 机的标配

这与视频 DAC 增加量化位数和提升取样频率的作用一样。原来是采用 16 bit /48KHz 方式，现在增加到 24 bit /96KHz 的处理能力，这样使还原的音频信号可获得更宽的频响、更高的信噪比和更大的动态范围，改变了影碟机的音频不如 CD 机的现状，满足了追求高音质的发烧友的要求，另外，在 DVD 大家庭中，还会有一种 DVD 唱片，它录有 24 bit /96kHz 制作的音乐，DVD 机具有这种处理能力后，就可以播放这种唱片了。

以上两点随着大规模集成电路的成熟，不像第 2 代 DVD 还可有可无，已成为第三代 DVD 的标准配置了。如果不是第三代 DVD 机，就无法播放 24bit/96kHz 编码的 DVD 音乐盘，无法享受目前数字录音的最佳音质表现。

3. 第三代 DVD 机增加 DTS 数码输出

DTS 是数码影院系统的英文略语，它是与杜比数字非常相似的一种音频数字化处理技术。杜比数字的压缩比为 10:1，DTS 降低到 4:1，这样音频信号中就会保留更多的细节和有用成分，还原后音频信号的保真度就更高，音质也就更好。具有 DTS 数码输出，这是第三代 DVD 的显著特点，当节目光盘上的音频信号采用 DTS 方式，用此 DTS 数码输出给具有 DTS 解码电路的功放解码输出，就可以获得比杜比数字（AC-3）更佳的听觉享受。第三代 DVD 机增加 DTS 数码输出，虽然需要功放自带 DTS 解码器，但如果不是第三代 DVD 机，那就没法在影音系统上播放 DTS 音效的 DVD 视盘了。

4. 第三代 DVD 机的视频输出

DVD 播放机一般都设置有亮色混合的复合视频输出和亮色分离的 S 视频输出。档次高一点的 DVD 机还设置有分量信号输出，即输出色信号编码前的两个

色差信号，以提高色信号的还原性。进一步发展，高档的 DVD 机还能输出色差信号编码前的三基色（RGB）信号，将进一步提高信号的还原性。

5. 第三代 DVD 机的音频输出

第三代 DVD 机几乎都具备两声道模拟环绕的功能。虽然各家所运用技术的名称不同，但是共同点都是可以用两个声道模拟出多声道的效果。

不具备 5.1 声道音频输出，由 DVD 播放机的档次决定，低档机不具备，双声道立体输出即可，档次高一点的则要求具有杜比数字解码和 5.1 声道音频输出。DVD 播放机音频输出端子的设置与机器品质档次有关，而与 DVD 机的代数无关。

二、DVD 机的主要功能

1. 可以兼容播放 VCD 盘片和 CD 唱片。DVD 机可以播放的光盘直径有 12 厘米和 8 厘米两种规格，按信息记录面分为单面单层、单面双层、双面单层、双面双层多种光盘。播放时间为 133 ~ 486 分钟。一些兼容机还可以播放 LD 视盘。

2. 可以使用 8 国语言对白和 32 种画面字幕显示（需 DVD 盘片记录有关信息）。

3. 可以实现多角度欣赏。在 DVD 播放状态下，可以将正常的图像转换成正视、俯视等多种角度播放（需 DVD 盘片记录有关信息）。

4. 具有故事情节选择功能，在 DVD 播放状态下，可以根据个人爱好选择故事情节的发展和不同结局。

5. 具有 4:3 和 16:9 的画面转换功能。NTSC 与 PAL 制式自动转换。

6. 可以调节播放速度，实现慢速播放和静止画面功能。

7. 具有童锁功能，家长可以将一些儿童不宜的电影画面暂时封存。

8. 内置 AC-3、DTS 解码器，5.1、7.1 声道环绕声输出。

三、DVD 机的主要技术措施

1. DVD 技术参数

（1）DVD-Video 播放机的输出接口

大多数 DVD-VIDEO 播放机将有下列输出接口：

① 视频

复合视频输出接口（NTSC 或 PAL）。



S-VIDEO 输出接口（NTSC 或 PAL）。

YUV 输出接口。

RGB/VGA 输出接口。

②音频

立体声模拟音输出接口（随带杜比环绕声编码）。

5.1 声道输出接口。

数字音频同轴电缆输出接口。

光缆输出接口。

③某些播放机所具备的特殊接口：

RF 射频输出接口（用于无直接 AV 输入的天线输入式电视机，如松下 DVD-A300），SCART 输出接口（专用电视机）。

（2）DVD-Video 的技术参数细节

DVD 光盘中含有一串经 MPGE-2 压缩的数字视频信息，电视信号共有 525/60（NTSC，隔行扫描，每秒 29.97 帧）和 625/50（PAL，隔行扫描，每秒 25 帧）两种视频制式。NTSC 制图象的最大象素为 720×576 （25 帧 / 秒）。

2. 地区码

由于电影院播放的新影片在世界范围内不是同步的，即一部影片刚在欧洲银幕播出，也许在美国，该影片已被制作成 DVD 碟片上市销售。在这样的情况下，电影制片公司为使自己的利益不受损害，不得不要求有关方面在技术上设法保护其版权，以防止盗版的各种软件出现在世界各个国家市场上。

全球分为六个地区：

1 区：北美（美国，加拿大）。

2 区：日本、欧洲、中东（包括埃及）、南非

3 区：东南亚（包括、香港）。

4 区：澳大利亚，新西兰，太平洋岛屿，美国中部，墨西哥，南美，加勒比海。

5 区：俄罗斯、非洲、东欧（前苏联）、印度，朝鲜，蒙古。

6 区：中国。

3. DVD 拷贝保护上采取的主要措施

（1）模拟保护系统 APS

通过在 DVD 机中采用 Macrovision 7.0 电路或其它类似的电路，使 DVD 机输

出的模拟视、音频信号能正常显示和重发，但 VHS 模拟录像机无法录得正。

(2) 连续拷贝代理管理系统 CGMS

在光盘上的记录不允许拷贝、只许拷贝一次或可无限制拷贝的控制信息，以控制数字视频、模拟视频的拷贝。

(3) 内容加扰系统 CSS

通过对数据加密（加扰）而进行防拷贝。

4. DVD 芯片方案

(1) MTK 方案：主芯片：MT1369D、MT1379、MT1389D、MT1389XE（DTS 功能）、MT1389C（DVIX 功能）。

(2) 其乐达方案：主芯片：CT908A（配两个 1X16M 内存）、CT908B（配两个 1X16M 内存）。

(3) 卓然方案：主芯片：ZR36762、ZR36778（DIVX 功能）。

(4) ESS 方案：主芯片：ES6008、ES4318、ES6018。

四、DVD 播放机的工作原理

1. DVD 机的音频格式

DVD 盘片记录的音频信号有多种编码格式。目前，DVD 盘片记录的音频信号编码主要为 PCM 音频格式、Dolby Digital AC-3 和 DTS 三种。

(1) Dolby Digital AC-3

随着 DVD 的门槛不断降低，越来越多人开始享受到 DVD 的高清晰度画面和丰富的数字音频效果以及强大的交互功能。DVD 所采用的 Dolby Digital（AC-3）音频格式也逐渐被人们所认识，家庭影院产品的广告上，AC-3、DVD 的曝光率越来越高，如市面流行的具备 5.1 声道输入功能的功放机被称为 AC-3 输入功放，可以直接驳接内置 AC-3 解码器的 DVD 机。AC-3 仿佛成为了 5.1 声道的代名词，在很多人的印象中，Dolby Digital（AC-3）就等于 5.1 声道，确切的说，应该是包含主声道、中央声道、左右环绕声道与超低音声道的 5.1 声道环绕音效。

事实上，AC-3 并不等于 5.1 声道。AC-3 只是数字音频编码的一种格式，录制在 DVD 碟片中的 Dolby Digital 音效，并不仅仅是 5.1 声道，它有多种方式。根据碟片的内容，既可以是最简单的单声道，也可以是耳熟能详的 5.1 声道，而且还可以是双声道的 Dolby Digital Stereo 以及 Dolby Digital 4.0、Dolby Digital 5.0 等方式。

DVD 碟片采用那种 Dolby Digital 格式进行记录，会在 DVD 碟的外包装盒上注明，并有专门的标志。为了便于各位对此有所了解，下面介绍一下几种可能在 DVD 上出现的 Dolby Digital 格式和相应标志：

① Dolby Digital Mono 杜比数字单声道音效

这种节目只有单声道的效果，一般出现在早期的影片中。在影片制作时，会将单声道的声音储存为 AC-3 格式，因此当以杜比数字系统解码播放时，只有中间声道会发出声音。音质表现比较单调乏味，与早期的电视机相似，基本的双声道立体感都不具备，更谈不上环绕效果了。例如 1 区发行的吴宇森早期电影《辣手神探》就是这种音效的。

② Dolby Digital Stereo 杜比数字双声道音效

这种节目将双声道的立体声信号储存为 AC-3 格式，因此当以杜比数字系统解码播放时，可以从主声道的左、右喇叭发出声音。这与我们最常用的双声道系统相近，可以在前方建立二维立体音场感。不过，由于 Dolby Digital 的声音是经过有损压缩处理的，音质多少会受些影响，比起未经过压缩的 CD 唱片稍逊一筹。常见到一些 MTV 或现场音乐会采用这种方式进行记录。早期的三区 DVD 均是这种音效。

③ Dolby Digital Surround 杜比数字环绕音效

这种节目利用矩阵编码的技术，将主声道、中央声道与后方的环绕声道混合到两个声道中，并以 AC-3 格式储存在 DVD 碟片中。当以杜比数字系统解码播放时，可以聆听到系统的五个声道都发出声音，不过环绕声道为单声音效，也就是让两个环绕喇叭发出的声音是一样的，并不是立体声。

④ Dolby Digital 4.0 杜比数字环绕音效 4.0

这种节目把独立的四个声道，包括主声道、中央声道与环绕声道编码成 AC-3 格式储存至 DVD 碟片中。通过杜比数字系统解码播放时，可以听到完整的五声道。与 Dolby Digital Surround 相似，此格式环绕声道也是单声道录音。

与 Dolby Digital Surround 方式不同的是，Dolby Digital 4.0 是实实在在地使用四个独立声轨来储存主声道、中央声道与环绕声道的，解码时也是将四个声道还原出来，而 Dolby Digital Surround 却是利用两个声轨来储存信号，解码时，中间声道与环绕声道都是从这两个声轨进行矩阵变换推算出来的。类似于模拟方式的杜比定向逻辑环绕声 Dolby Pro-Logic surround。

⑤ Dolby Digital 5.0 杜比数字环绕音效 5.0

这种节目把独立的五个声道，包括主声道、中央声道与后环绕声道编码成