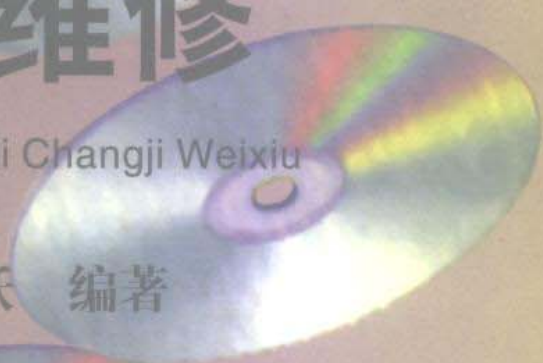




激光影碟机 及 唱机维修

Jiguang Yingdieji Ji Changji Weixiu

吴耕 马跃 编著



华东理工大学出版社

(沪)新登字 208 号

激光影碟机及唱机维修

吴耕 马跃 编著

华东理工大学出版社出版发行

上海市梅陇路 130 号

邮政编码 200237 电话 64253429

新华书店上海发行所发行经销

上海展望印刷厂印刷

开本 787×1092 1/16 印张 24 插页 9 字数 630 千字

1997 年 10 月第 1 版 1997 年 10 月第 1 次印刷

印数 1—5000 册

ISBN 7-5628-0802-3/TN·4 定价 32.00 元

前 言

1970年德国宝丽金(polygram)唱片公司发明了用调频原理调制方式,把声音以坑点的形式录制在圆盘(disc)上。这是一种把声音信号数字化的方式存录在圆盘——碟片上的开始。以后各国努力开发使激光唱片(compact disc)——CD唱片、激光唱机(盘),相继进入家庭。由于其优美的音质、长期保存的优良性能,所以很快地就被世界各国音乐爱好者所接收。

由于激光唱片的优异的性能,所以在80年代初立即出现在一张碟片上既记录声音又记录图象的激光视碟(Laser Disc)和激光影碟机。其播放LD碟片,声音效果可与CD唱片媲美,而图象清晰度、画质可达到目前广播电视节目的水平,所以一面市即受舞厅、OK厅的欣赏。

从80年代中期至今十余年时间,CD唱机和LD影碟机在国内大量面市,各种品牌相应推出。为了使读者掌握CD唱机和影碟机的原理结构、电路分析及维修技巧,并能着手进行维修,我们编著了《激光影碟机及唱机维修》一书。

考虑到目前国内CD唱机和影碟机种类繁多、电路各异、更新速度快等因素,我们在编写过程中力求根据多年教学、维修经验,做到深入浅出,在基础原理中尽量使用简明扼要的语言说明,使读者能花少量时间掌握大量知识。机种选型上注重国内常见机种,如松下、日立、先锋、夏普等品牌。

上述大部分内容曾在“广播电视技术”工程师进修班以及各类专业培训班讲授过,维修部分内容也曾在具有中等文化水平的专业和非专业人员技术培训班上作过多次讲授。本书是有关CD唱机和影碟机维修学习班、职业技校以及有关院校的非电视专业的理想的首选教材;也可供具有一定电路基础的无线电爱好者自学参考。

本书在编写中得到上海松下维修中心、上海日立维修中心以及先锋、夏普等产品维修中心的大力支持,值此表示感谢。另外,曹燕平、周海、胡一强、龚苹、宏韦、张伯衡、傅根宝、俞敏、梁伟、顾娟、王锦华、杜根源、锦程、张伟等同志为本书编写了部分内容,在此,编者对他们也表示诚挚的谢意。CD唱机和影碟机是门迅速发展的高新技术,限于编著者的水平,书中错误和疏漏之处希读者不吝赐教、指正。

编著者

1997年1月于上海

目 录

第一章 激光唱机	1
第一节 激光唱机概述.....	1
一、激光唱机的发展过程	1
二、单光束与三光束的区别	2
三、CD 唱机的主要特性	3
第二节 激光唱片的原理.....	3
一、CD 唱片	3
二、PCM 方式.....	4
三、数字化录制和 EFM 码	5
四、资料框	7
五、纠错和 CIRC 编码及解码	8
六、CD 子码及通道	11
七、CD 编码系统	12
第三节 CD 唱机工作原理	13
一、唱片信号拾取.....	14
二、CD 解码系统	15
三、CD 唱机方框图	17
四、伺服电路.....	18
五、CD 系统的技术数据	23
第四节 CD 唱机电路分析	24
一、系统控制电路.....	24
二、伺服电路.....	26
三、音频信号处理电路.....	27
第五节 世界部分生产 CD 唱机集成电路汇集	27
第六节 CD 唱机机芯的拆卸和安装及动作分解	30
第二章 激光影碟机基础	38
第一节 激光影碟机概述	38
一、激光影碟机的特点.....	38
二、碟片的特点和类型.....	38
三、影碟机的主要性能.....	46
四、CD 碟	46
五、光视碟(CDV)	48
第二节 激光的记录和重放	48
一、激光的记录.....	48
二、激光碟片的读取.....	50

三、激光碟片信号记录原理	53
四、CD 碟记录原理	55
第三节 伺服电路	65
一、伺服电路功能	65
二、前置放大器	66
三、主轴伺服	67
四、聚焦伺服	67
五、跟踪伺服(循迹伺服)	68
六、倾斜伺服	69
七、横向伺服(进给伺服)	70
第三章 先锋 CLD-S250/1710 型激光影碟机电路分析及故障检修	71
第一节 先锋 CLD-S250/1710 型激光影碟机电路分析	71
一、微处理器之间的通信	71
二、操作和显示电路	72
三、系统和伺服控制电路	75
四、系统伺服微处理器功能控制举例	81
五、激光头组件	82
六、视频信号处理电路	83
七、音频信号处理电路	85
八、伺服电路	86
第二节 常见故障检修	88
第四章 松下激光影碟机的机芯和电路分析	100
第一节 机芯	100
一、自动翻碟机构	102
二、第二类自动翻碟型机芯	108
三、第三类单面机芯	109
第二节 系统控制和操作电路	112
一、系统控制电路结构	113
二、系统控制、操作及托盘系统控制接口	113
三、串行数据传送	114
四、机芯控制信号	116
五、系统控制微机 IC6201 的引脚输入输出信号	119
六、微动/往复控制	129
七、键操作电路	132
第三节 伺服电路	133
一、概述	133
二、模拟伺服电路	134
三、数字伺服	158
第四节 视频处理电路	161

一、概述	161
二、视频处理电路	163
三、数字存储电路	174
四、数字时基校正、降噪、亮度数字控制集成电路引脚功能及内部方框图	184
第五节 音频电路	188
一、模拟音频电路方框图	192
二、模拟音频电路	192
三、数字音频电路	195
四、数字滤波器电路	203
五、音频开关电路	205
六、数字模拟转换器、低通滤波器及去加重电路	205
七、卡拉 OK 电路的音频选择开关	207
第六节 音频处理的一些基础技术和卡拉 OK 电路	207
一、多级噪音整形电路/1 位数字音频电路(DAC)	207
二、输出电路结构及工作	222
三、音调控制及混响与效果电路	225
第五章 夏普 MV-K7500X 影碟机工作过程及调整	235
第一节 夏普 MV-K7500X 影碟机工作过程	235
一、整机框图	235
二、系统控制电路	237
三、伺服电路	242
四、视频信号处理电路	256
五、音频信号处理电路	260
第二节 夏普影碟机的拆卸和调整	265
一、夏普影碟机的拆卸	265
二、影碟机的调整	271
三、整机波形图	277
第六章 影碟机维修技巧	283
第一节 TEST MODE 状态使用	283
一、进入 TEST MODE 方法	283
二、聚焦状态检查	283
三、加载状态检查	283
四、进给状态检查	284
五、主轴电机状态检查	284
第二节 检修方法	284
一、取装碟片托盘的方法	284
二、激光管是否发射激光的观察方法	285
三、激光头组件的清洗	285
四、激光头组件的更换方法	286

五、更换激光发射管的方法	286
六、加载状态观察方法	287
第七章 松下影碟机的故障检修及调试	288
第一节 概述	288
一、光学拾取	288
二、伺服电路	288
三、主轴电机电路	288
四、加载电机	289
五、系统控制	289
六、视频处理	289
七、音频处理	289
八、电源	289
第二节 LX-200 及 LX-K670 的故障检修	289
一、电源部分故障检修	289
二、聚焦伺服电路检修和调整	295
三、主轴伺服电路检修和调整	298
四、无射频信号输出	299
五、跟踪(循迹)伺服电路检修	302
第三节 LX-101 型影碟机故障检修	304
一、LX-101 机的故障检修流程图	304
二、聚焦搜索不动	304
三、主轴电机不转	305
四、激光影碟机不读 LD 碟片导入区	305
第四节 LX-K670 机型故障表	306
一、电源故障	306
二、托盘故障	307
三、不能重放故障	308
四、视频故障	312
五、音频电路故障	313
六、显示屏和遥控器故障	314
第五节 LX-200 型机故障表	316
一、电源故障	316
二、托盘故障	317
三、不能重放故障	318
四、视频故障	320
五、音频电路故障及其他故障	323
第六节 LX-101、LX-120、LX-121 和 LX-150 机型故障表	324
一、电源和托盘故障	324
二、重放、图像和伴音故障	325

三、视频和其他电路故障	327
第八章 影碟机专用术语.....	333
第九章 松下影碟机各机型性能比较.....	348
附录一 常用影碟机和 CD 机专用英文缩写词	352
附录二 松下 LX-200 型影碟机电原理图	356
附录三 夏普 MV-K7500X 型影碟机电原理图	364
附录四 日立 CD BLOCK (HTC-C15) 激光唱机电原理图	
附录五 先锋 S250/1710 型影碟机电原理图	

第一章 激光唱机

第一节 激光唱机概述

一、激光唱机的发展过程

激光唱机简称 CD 唱机,即英文 COMPACT DISC PLAYER 的缩写。激光唱片即为 CD 唱片或叫 CD 碟。由于 CD 碟是目前所有家庭音源中最优质的,所以被人们广泛接收使用。优质的 CD 唱机播放时,声音轻微时的分辨度,能听到宛如一根针落到地板上的声音,宁静至极;而气势磅礴时则好像滚雷阵阵,使人们在感官上有强烈的享受。

CD 唱机的发展过程:

飞利浦公司在 60 年代提出了利用光盘记录图象、声音和数据的设想并开始进行研究,于 1972 年首次公开展示了光盘记录系统;70 年代后期,人们开始将光盘技术应用于数字音频记录的研究。1978 年,飞利浦公司提出了 CD 制式的设想,而索尼公司致力于编码系统、纠错方法等软件的研究与完善。纠错方法解决了重放过程中唱机防振动、唱片抗灰尘、划伤、指纹以及唱片制造过程中产生的缺陷等问题,使得 CD 唱机大规模生产成为可能。

1979 年,飞利浦公司首次公布了 CD 唱机工作单元。同年,索尼公司与飞利浦公司就 CD 唱机作更深一步的研究达成协议,共同致力于使 CD 制式成为数字音响的世界标准。最后,在 CD、MD、AHD 三种制式的争夺中,CD 制式成为数字音响的标准。1980 年,飞利浦、索尼、宝丽金三家公司就 CD 唱机的制式达成一致意见并取得国际数字音频唱片协会的认可。飞利浦公司致力于基本原理和硬件的研究,索尼公司则研究信号处理方法及软件等棘手课题,使 CD 唱机很快进入了市场。

1982 年,世界各大公司纷纷采用了 CD 系统制式,飞利浦公司开始研究汽车 CD 唱机。第一代 CD 唱机多采用垂直式装片,机械故障较多。1983 年推出的第二代 CD 唱机均改成抽屉式装片机构,集成电路的集成度也大大增加,使得 CD 唱机的机械及电路的可靠性大大提高。

D/A 转换器是 CD 唱机中非常关键的一环,CD 唱机的动态、线性、层次等都受 D/A 转换器的影响。1989 年,1 比特 D/A 转换器成为数字音响特别技术。较早开发 1 比特 D/A 转换器的松下公司的核心技术是日本 NTT 公司的专利产品——MASH 多级噪声整形技术,飞利浦公司也拥有类似的称为比特流处理方式的技术。1 比特 D/A 转换器的优点是不会出现过零失真、交越失真、重合失真的,其极低电平的线性度也非常好,相当于 256 倍(或更高)超取样,且稳定性好、精度高、成本低;缺点是工作频率太高。1 比特 D/A 转换器只需要 +5V 电源,而 16 比特 D/A 转换器却需 +5V、±12V 三组电源。1 比特与多比特 D/A 转换器比较,只要设计优良,1 比特 D/A 转换器在低电平时也可获得优良的线性。1 比特 D/A 转换器在进行数/模转换时,只需一个简单的低通滤波器;但多比特 D/A 转换器却需要一个精确的电

流/电压(I/V)变换系统,将梯级电流还原成音频电压,然后再通过低通滤波器将数字杂波滤掉。

二、单光束与三光束的区别

目前国内外的 CD 唱机有单光束和三光束的激光头——光拾音系统。飞利浦公司、松下公司采用单光束光拾音系统,索尼公司、南韩各公司则采用三光束光拾音系统(有时具体产品也有交叉)。

单光束光拾音系统是使用一条光束的光学系统,而三光束光拾音系统并不是使用三只激光二极管发射三条光束,它也是由一只激光二极管发射光束,通过分束镜(光栅)后分成三条光束,即一条主光束和两条辅助光束。在单光束光拾音系统中,音频 RF 信号、聚焦和寻迹伺服误差信号都是从这一条光束中提取。而在“三光束”光拾音系统中,主光束用于读取音频 RF 信号和聚焦伺服误差信号,主光束左右的两条辅助光束用于读取寻迹伺服误差信号。所谓“单光束”和“三光束”光拾音系统的区别主要是指音频 RF 信号、聚焦和寻迹伺服误差信号的读取及处理的方式不同。图 1.1 是“单光束”和“三光束”光拾音系统的原理。

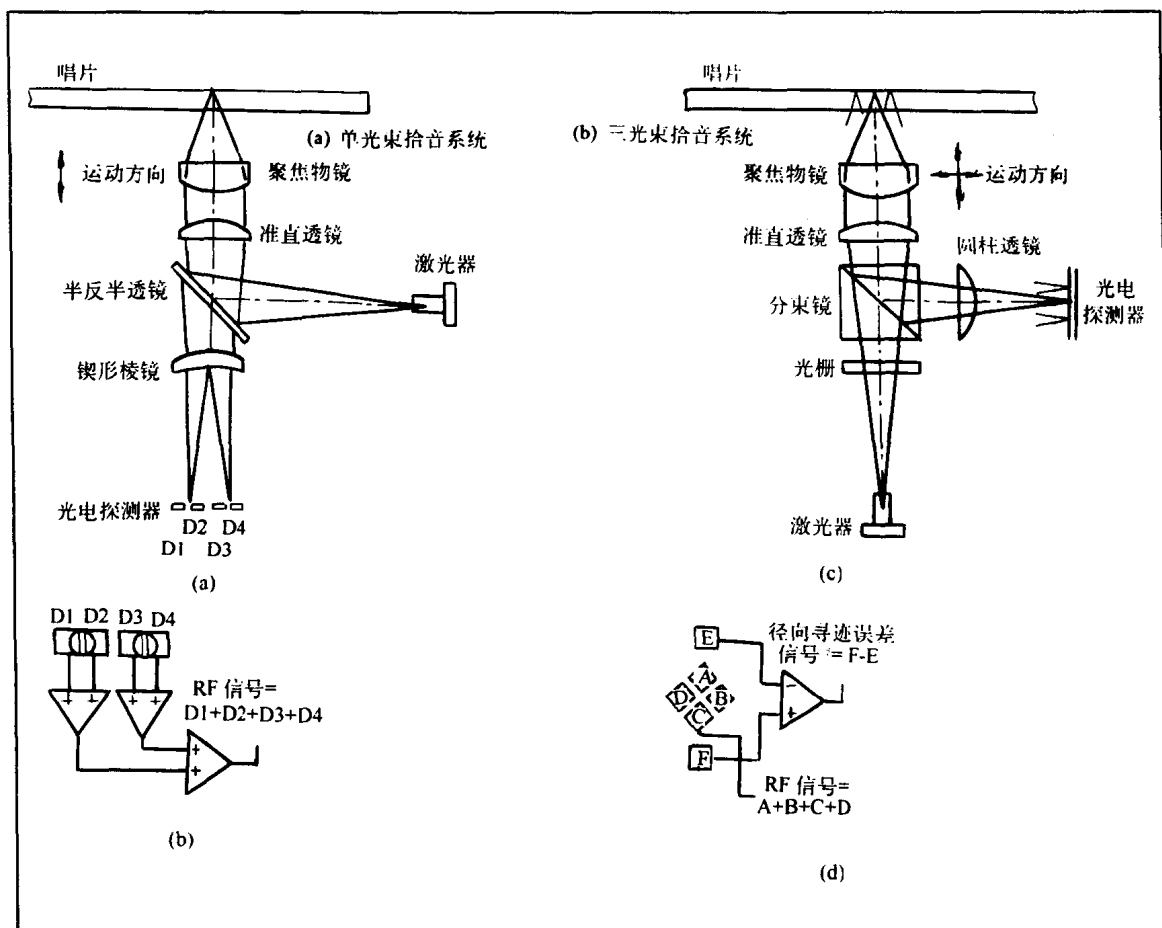


图 1.1 单光束和三光束光拾音系统的原理

但目前影碟机一般都使用三光束的光拾取系统,单光束光拾音系统的机芯结构简单,寻曲

速度快,伺服电路也比较简单;三光束光拾音系统的机芯结构稳定可靠,抗震能力强,光学结构稍复杂。

三、CD 唱机的主要特性

以往的唱片、录音带,使用模拟技术,存在以下缺点:

- ①动态范围窄,重放信噪比低。
- ②频率响应随录音电平变化,录音电平过高时会产生高频失真,同时低频录音效果也会劣化。
- ③磁带带速不均匀会产生抖晃失真,运带机构要求高。
- ④存在调制噪声,当录音媒介不均匀时,调制噪声加重。
- ⑤在录音翻版时,原带缺陷会产生累积效应,增加固有噪声,使翻版次数受限。
- ⑥磁带存贮或运输过程中,由于高温、外磁场等的影响,将产生相邻磁层记录信号的转移,即所谓的“渗印”现象,不利长期存放。
- ⑦记录声音信号时需叠加一交流偏磁信号,以保持线性记录特性。但偏磁信号电平的调整将会影响其它性能参数。
- ⑧磁头方位角、录音电平及均衡等均需调整方可获得较佳录音效果。

此外,磁头与磁带的接触将引起磨损,经过一段时间的工作后会产生失真;电唱机中唱针与唱片接触,时间一长,放音时将产生令人讨厌的静电噪声。而 CD 唱机使用数字音频技术,使放音的质量大大提高。

数字音频技术和 CD 唱片的主要优点如下:

- ①动态范围宽,可高达 120dB,能适应各种现场环境记录。
- ②记录频带宽,频响特性好,记录低频下限可到几个 Hz,高频上限在 20kHz 以上,且整个频带内响应曲线平坦。
- ③由于激光头与 CD 碟片不接触,所以无调制噪声、磁带噪声。碟片寿命长。
- ④使用良好的伺服电路,几乎无抖晃失真。
- ⑤数字复制在理论上可达无限次。
- ⑥由于只记录“0”或“1”两种状态,可用高度非线性磁带记录,无须加偏磁使之线性化。
- ⑦声道之间无相移,立体声通道隔离度好。
- ⑧由于待录信号状态简单划一,不需模拟系统中那种繁琐的参数调整。
- ⑨串扰抑制能力强,不会产生“渗印”现象。
- ⑩CD 唱片抗尘和划伤能力强。
- ⑪CD 唱片播放时间长,选曲方便。

第二节 激光唱片的原理

一、CD 唱片

图 1.2 是 CD 唱片的形状和结构尺寸。其外径为 120mm(5 英寸),记录最长时间为 74min。CD 唱片是一种光学式数字唱片(DAD),上面记录的是数字音响信号;其信号以坑的形

式记录在聚碳酸脂圆盘表面上。坑的宽度为 $0.5\mu\text{m}$ ，长度为 $0.9\sim 3.3\mu\text{m}$ ，深为 $0.11\mu\text{m}$ 。信号坑的横向间距为 $1.6\mu\text{m}$ ，坑点是中心开始以阿基米特螺旋形轨迹排列(渐开线)，每张 CD 唱片约有 2 万圈轨迹，即有 $6\sim 7\times 10^9$ 个坑点，可见信号的量是非常大的。CD 唱片的信号面上蒸镀了一层铝膜，用作反光用——反射激光束。

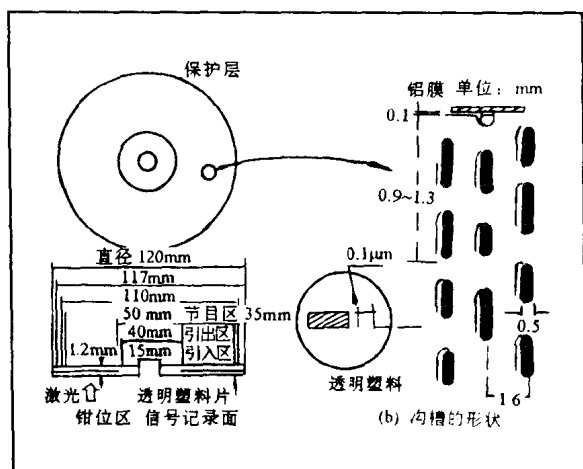


图 1.2 CD 唱片

CD 唱片内孔径为 26mm ，向外侧延伸开始记录节目内容。先记录引入区，即把碟片的种类、节目内容、总时间长度、每个节目(歌曲)时间等记录到此区域。这样在 CD 唱片进入机内后，经激光头搜索后即可知道放入的碟片的节目时间、有几首曲目等数据。然后记录节目内容，即把歌曲的内容记入。最后记录

引出区，此区域记录唱片的结束内容，以便激光头在播放时知道节目已播完，可发停机信号。

二、PCM 方式

PCM 是英文 Pulse Code Modulation 的简写，即称作脉冲编码调制。PCM 方式为脉冲编码调制方式，在数字音响技术中，先将音频模拟信号经取样、量化、编码，并调制成 PCM 码再进行记录，请参阅图 1.3。

1. 取样

把振幅随时间连续变化的音频信号波形按一定的时间间隔切取(如图 1.3(a)、(b))， $t_1\sim t_2$ 即为取样的周期，形成时间上不连续的脉冲串的方法叫取样或采样。每个脉冲都表示着各个时间音频信号的振幅的样本，此脉冲被称作样本值或取样值。因此，取样过程即可将时间和幅度连续变化的音频信号变成了与时间有关的离散信号。由于信号的幅度是随机的，所以取样后得到的脉冲串幅度也不是整数。

2. 量化

把取样后得到的连续变化的信号幅度值，用按一定间距设定的有限个不连续的脉冲的振幅电平近似，然后变换成幅度呈阶梯状变化的不连续信号波形的过程叫量化过程，见图 1.3(c)。可见，量化后的幅值均取整数，如把 6.2 量化为 6，6.8 量化为 7 等。

3. 编码

把量化后的取样值变换成码列(如二进制码)，这种转换过程叫做编码，见图 1.3(d)。

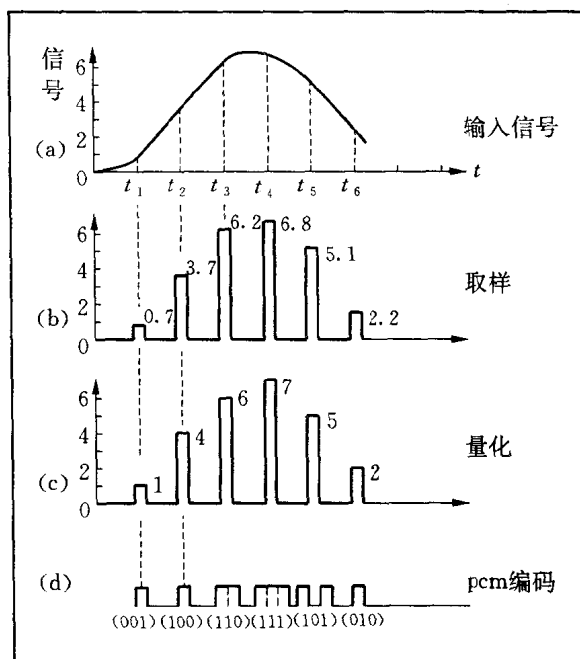


图 1.3 PCM 编码

在目前 CD 系统中,取样、量化、编码过程一般在 A/D(模拟/数据)转换器中进行,而取样频率取 44.1kHz,用 16 比特对取样值进行量化。

三、数字化录制和 EFM 码

经过取样、量化、编码后的 PCM 码,表示音频信号的内容,将被记录到 CD 唱片上,但实际上并不是把 PCM 码直接记录到唱片上。实际上为了满足记录、传输和播放各过程中的要求,以及可能会产生的错误,所以还得对 PCM 码进行通道调制和纠错编码。

数字化唱片是将连续变化的声波波形切成许多间隔,即将每秒钟内的声波波形切成为 44100 段,然后依各段音量的大小,以二进制码的 16 位数,也就是用 16 位的信号来表示(例如:1000 0101 0010 0001 或 0100 1011 1100 0011 等数),因而所切细的声波波形的振幅,可以变成 $2^{16}=65536$ 种信号。这可使我们明显地看到,原来的模拟波形,可以极其逼真地用一串“0”和“1”来表示。那么,唱片上的坑点是否只代表“0”或“1”呢? 或者有 65536 种呢? 当然不是。16 位的声音信号(65536 种)并不是按照原样当作长短不同的坑点(Pit)录制在圆片上,因为这样多的坑点长度在制作上是十分困难的,且唱片的体积将大大增加。

在 CD 唱片中,是采用一种叫做 EFM(8~14 调制)的调制方法来将其改变成只有 9 种不同长短的坑点,这 9 种长短不同的坑点能完全地表示出 65536 种不同的信号。下面就介绍其工作原理。

16 位的声音信号先分成高阶 8 位和低阶 8 位。于是,作为单位信号的种类,一下子变成只有 $2^8=256$ 种。然后再将此高、低部分的 8 位信号变换成特殊的 14 位信号。这 14 位信号也有 $2^{14}=16384$ 种。其中有适当连续的“0”,巧妙地排在 1 和 1 之间,信号的种类也就降低到比 8 位信号总数 256 还多一些。也就是说,从 14 位的 0 和 1 组成的 16384 种信号中,“1 和 1 之间的 0,连续有 2 个以上、10 个以下”的组合,只有 267 种。因此,只要用这种特殊的 14 位信号,就能完全表示出 8 位的 256 种信号。表 1.1 为 EFM 变换的一部分。

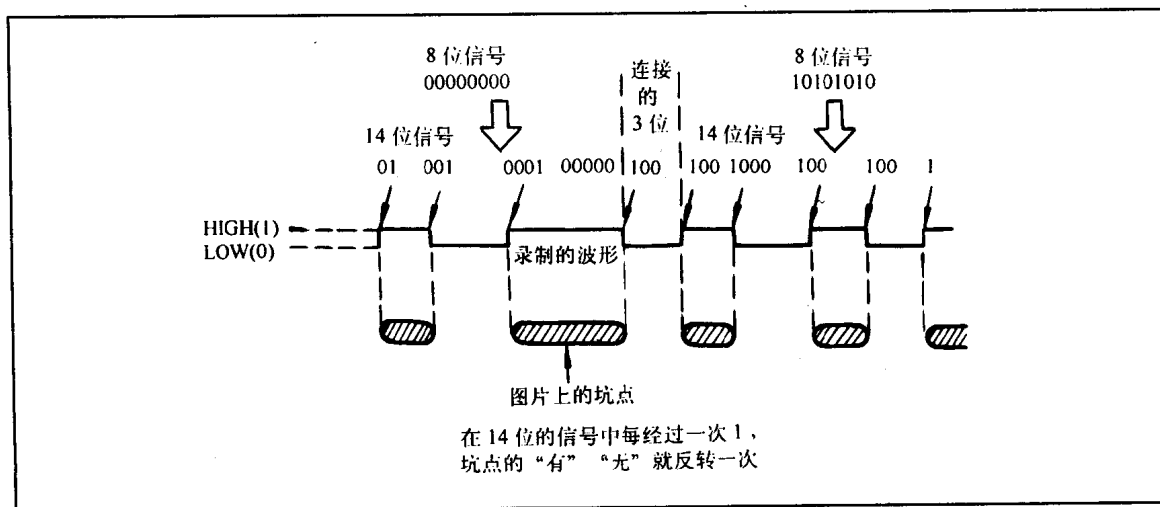


图 1.4 EFM 码变换

图 1.4 为 EFM 码变换,由 8 位信号经过变换成为 14 位信号,0 和 1 是以一定的规则来表现的。在 CD 唱片中,坑点(Pit)的长度实际上是由相对应于这个 14 位信号出现 0 的数目来决

定的。而且在这个 14 位中,每碰到有 1 出现的地方,数字化信号就由 0→1,或由 1→0 反转以决定坑点的长度,并将其录制在圆片表面的坑点列中。

表 1.1 EFM 变换表的一部分(10 进位的 100~110)

10 进位	2 进位		10 进位	2 进位	
	8 位	14 位		8 位	14 位
100	01100100	01000100100010	106	01101010	10010001000010
101	01100101	00000000100010	107	01101011	10001001000010
102	01100110	01000000100100	108	01101100	01000001000010
103	01100111	00100100100010	109	01101101	00000001000010
104	01101000	01001001000010	110	01101110	00010001000010
105	01101001	10000001000010			

EFM 调制时还要在 14 位字组之间插入 3 位连接位,这 3 位起调整作用。具体 EFM 方式调制可用图 1.5 所示来讨论。

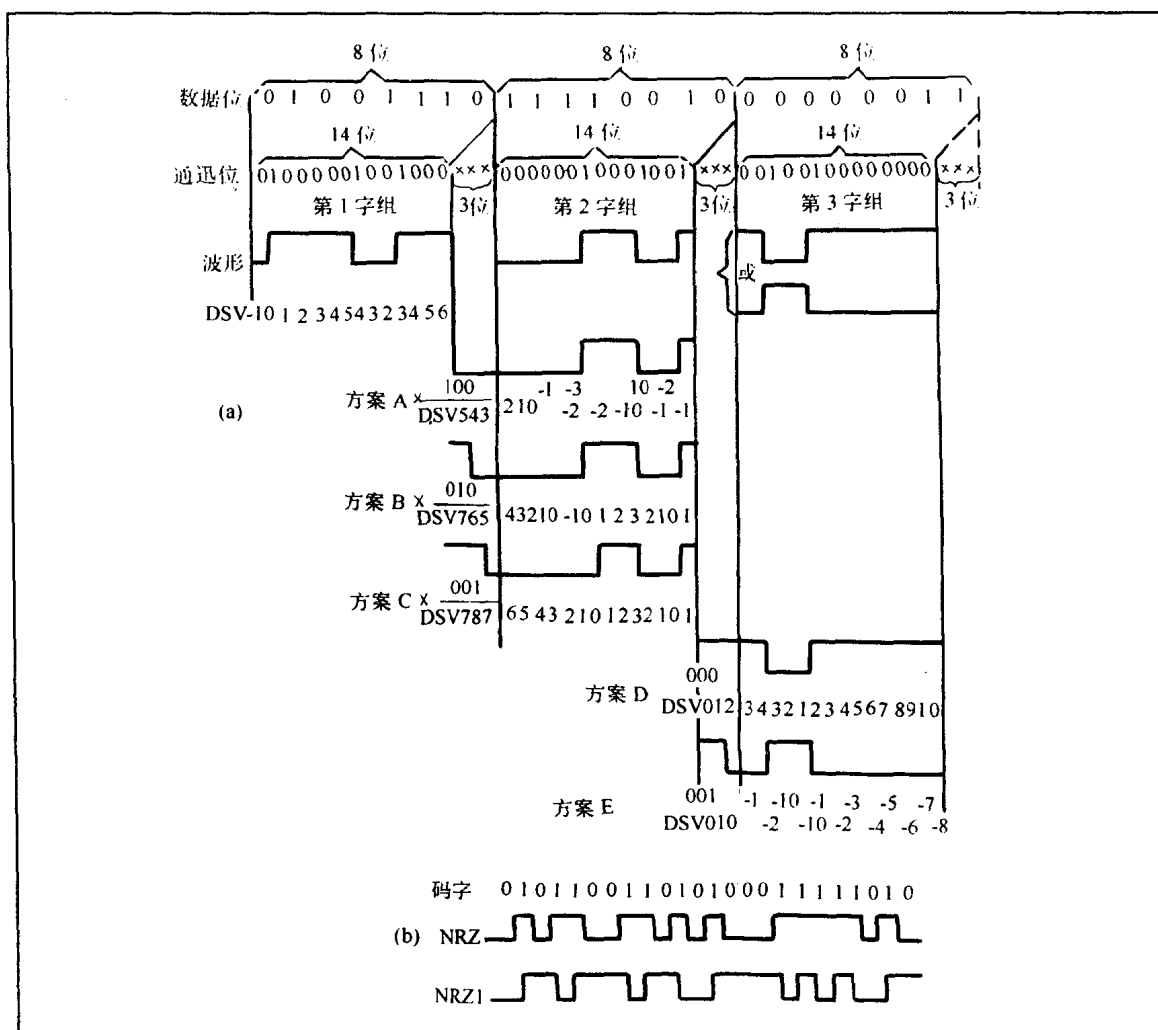
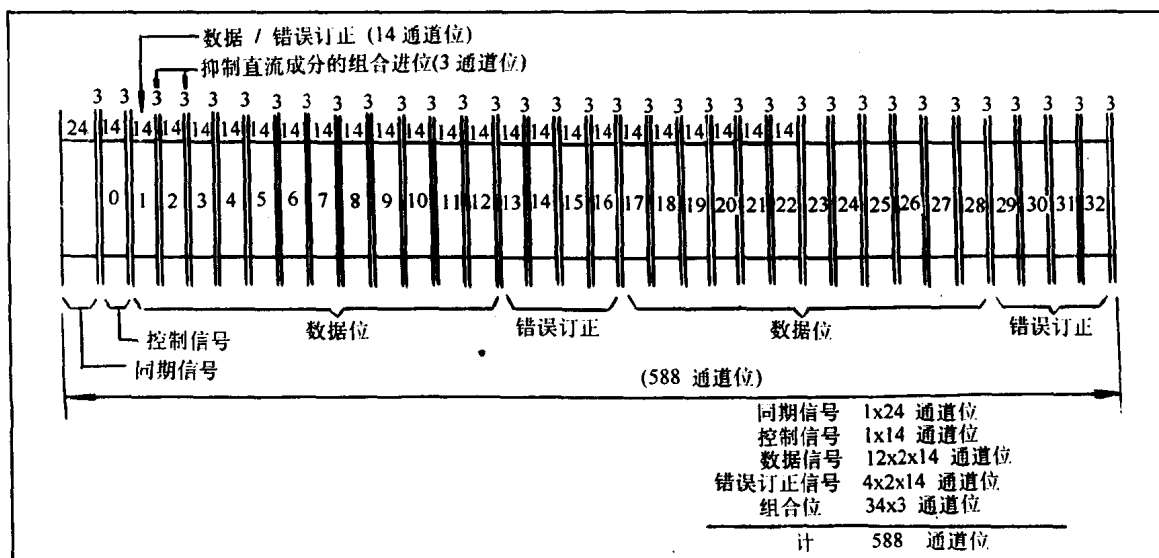


图 1.5 EFM 调制

从图 1.5 中可见,连接位的选择只能有“A”(100)、“B”(010)、“C”(001)三种数码状态方案。从图中 8 位数据转换为 14 位的通道位,再转换为信号波形。这样对 DSV 进行试算,先选用 A 方案,由于第二个 14 位数码的最后一位是“1”,所以第二、三个 14 位数码中的连接码只能选用“D”或“E”方案(000 或 001),最后确定为“E”方案。这种调制方式为 NRZ(不归零)调制方式,虽然比较简单,但对单个数码“1”,有二次极性翻转;因此,CD 系统中的 EFM 调制信号采用 NRZI 调制方式,它对数码“1”,只须一次翻转,即每遇到一个“1”极性改变一次。见图 1.5(b)所示。

接着,再来看一下坑点(Pit)的长度。根据 EFM 变换规则,1 和 1 之间的 0,要连续有 2 个以上,10 个以下。所以先看看在 14 位信号中所出现 0 的个数。连续 0 的个数,最少的有 2 个,最多的有 10 个,在这中间,还有 3、4、5、6、7、8、9 等 7 种,总共有 9 种。在进行坑点记录时,如刚才说明的,是由夹住连续 0 的 1 来作反转操作,加上此反转记号 1 来决定坑点的长度。这样一来,坑点的最短长度为 3,中间有 4、5、6、7、8、9、10 以及最长的 11,总共有 9 种。也就是说,录制在 CD 唱片上全部坑点的长度,只有 9 种,虽然只有 9 种不同长度的坑点,但却能巧妙地把原来声音信号中所包含的 65536 种信号全部表达出来。

图 1.6 所示是 CD 编码后一个资料框的信息内容,也称为 1 帧。其中同期(同步)信号为 24 个通道位;控制(包括显示)信号为 14 个通道位,放置控制及显示信息;数据信号有 $12 \times 2 \times 14$ 个通道位,放置音频信息(已转换成 EFM 码);错误订正信号有 $4 \times 2 \times 14$ 个通道位,放置纠正错误的信息;组合位(连接位) 34×3 个通道位。



7

五、纠错和 CIRC 编码及解码

1. 误码的产生

在数字录放过程中出现的数码差错称为误码。误码主要有两种:一种是随机产生的误码,即 CD 唱片在生产、制版、光刻中不精确或材料中的杂质、微气泡。另一种是连续误码,即因 CD 唱片划伤、灰尘、手指印等引起。当上述两种误码产生,则会使部分数码丢失。为了检测出误码并在播放时加以校正,因此,CD 唱片在编码中选用适当的纠错码。纠错码不仅能检出误码,还可以进行校正误码,CD 唱片使用的是 CIRC 编码(Cross Interleave Reed Solomon Code)。

2. CIRC 编码

CIRC(交叉交织李德所罗门码)编码过程如下:

① 音频信号经 A/D 转换后,每个取样值用一个 16 比特(BIT)的二进制数表示。把它们分为两个字,每个字 8 个比特,转换成 PCM 码。

② 在 CD 唱机内部,数据的处理是以帧为单位进行的。在每一帧当中,包括左声道的 6 个取样值,右声道的 6 个取样值,一共 12 个取样值,经上述①过程后,实际上每帧当中包含了 24 个 8 比特的代表音乐信号的字。

③ 上述 24 个 8 比特的字经过 CIRC 编码器中的 C2 编码器后,加上 4 个 Q 通道控制字(奇偶校验字),于是经 C2 编码器后 24 个字变成了 28 个字。

④ 信号经 C2 编码器后又通过 CIRC 编码器中的 C1 编码器,再加上 4 个 P 通道控制字(奇偶校验字),于是经 C1 编码器后 28 个变成了 32 个字。

通过 C2 和 C1 两个编码器,打乱了原来音频信号数据的排列顺序,实现了数据的交叉和交织。这样方便了解码系统进行纠错和插补。

由于 CD 唱机的取样频率为 44.1kHz,量化位数为 16 比特,通道数为 2,故可以很简单地推算出经取样量化后的比特率(每秒钟处理的比特数)为: $44.1 \times 10^3 \times 16 \times 2 = 1.4112 \times 10^6$ 比特/s。

通过 CIRC 编码后,每 24 个字要增加 8 个字,也就是每 24 个比特将增加 8 个比特,所以经 CIRC 编码后系统比特率为: $1.4112 \times 10^6 \times 32/24 = 1.8816 \times 10^6$ 比特/s。

经 CIRC 编码后的 32 个字需加上一个控制字,加上控制字后系统比特率为: $1.8816 \times 10^6 \times 33/32 = 1.9404 \times 10^6$ 比特/s。

具体 CIRC 编码,见图 1.7。

3. CIRC 解码

图 1.8 是 CD 唱机中 CIRC 解码器。解码器的工作原理如下:

① 32 个 8 比特字从 EFM 解调器取出,至 CIRC 解码器输入端。

② 先将偶数数据字延迟一个字(8 比特),并使通道控制字 P 和 Q 反相,使 C₁ 解码器的输入和 C₁ 编码的输出相位一致。

③ 然后 C₁ 解码器每输入 32 个 8 比特字,将其中 4 个奇偶检验字用于 C₁ 解码。此奇偶检验字在记录时按照李德所罗门编码规律产生,C₁ 解码器根据奇偶检验字,在每 32 个字中校正一个误字。如果误字大于一个,C₁ 解码器判断为不能进行校正,则将 28 个字未加校正就通过,然对每个字设置一个误码标记(Flag 旗标信号),以指明此字是不可靠的。由于 C₁、C₂ 解码器之间内部延迟长度不等,所以在某时刻标有误码标记的字节在不同时刻进入 C₂ 解码器的输入

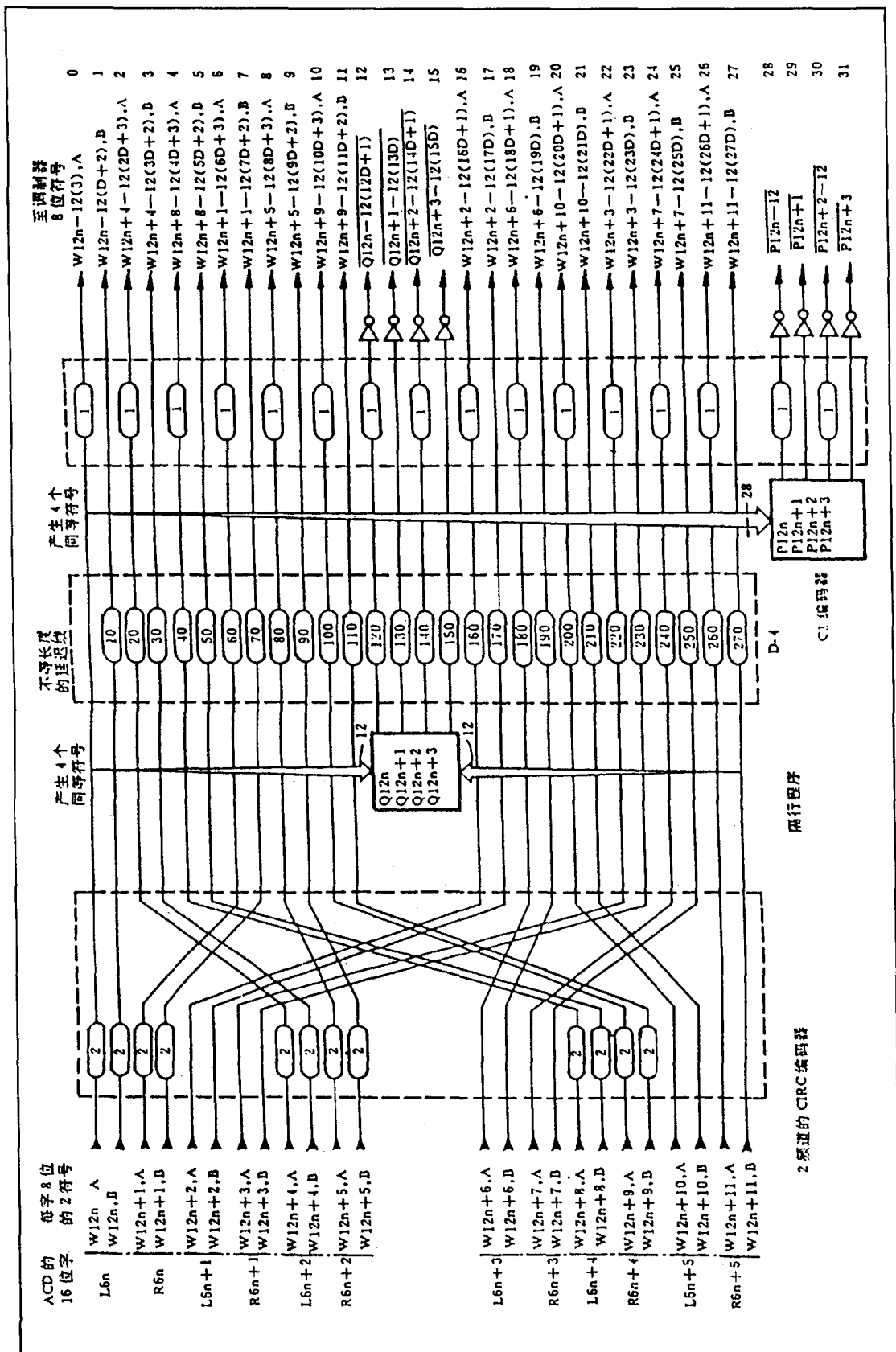


图 1.7 CIRC 编码