

DVD

沈兵 编著

视盘机原理与维修



上海科学技术文献出版社

DVD 视盘机原理与维修

沈 兵 编著

上海科学技术文献出版社

责任编辑：沈美新
封面设计：何永平

DVD 视盘机原理与维修

沈 兵 编著

*

上海科学技术文献出版社出版发行
(上海市武康路 2 号 邮政编码 200031)

全国新华书店经销

常熟市印刷八厂印刷

开本 787×1092 1/16 印张 30.25 字数 755 000

2000 年 2 月第 1 版 2000 年 2 月第 1 次印刷

印数·1—3 500

ISBN 7-5439-1436-0/T·567

定价 42.00 元

参加编写人员：

吴 耕 林卓作 张慧军

葛健强 李智星 胡幼桦

刘勿德 顾 胜 沈 工

严国栋 王美珍 王志坚

内 容 提 要

本书从 DVD 技术的发展和基础知识谈起,介绍 DVD 视盘机的原理、结构、基本电路,并对索尼、东芝、夏普和飞利浦等典型机种作比较详细的电路分析和系统说明,提供故障检修方法、维修技巧及其系统的维修资料。

本书可供有关设计、生产单位的专业人员、家电维修人员及业余爱好者阅读、参考。

目 录

第一章 光盘技术基础	(1)
第一节 CD 系列的类型	(1)
第二节 音频重放 CD 的标准	(3)
第三节 数据读取和存储 CD 的标准(CD-ROM、CD-I、CD-R)	(12)
第四节 数字活动图像 CD(VCD)	(16)
第五节 其他光盘格式及其系统	(20)
第二章 DVD 视盘机概述	(33)
第一节 DVD 标准	(33)
第二节 DVD 的激光器	(38)
第三节 DVD 视盘机结构及其基本功能	(43)
第三章 MPEG 算法标准	(52)
第一节 概述	(52)
第二节 MPEG 系统层	(54)
第三节 MPEG-1 视频压缩技术	(59)
第四节 MPEG-1 音频压缩技术	(72)
第五节 基于 MPEG-1 标准的视频解码器	(78)
第四章 DVD 数字视频、音频技术	(86)
第一节 概述	(86)
第二节 视频压缩层	(89)
第三节 音频编解码技术	(92)
第四节 MPEG-2 系统层	(101)
第五章 索尼 DVP-S7000DVD 视盘机电路分析	(107)
第一节 主要特性、规格和电路的组成	(107)
第二节 RF 电路板工作原理	(112)
第三节 图像声音信号处理	(124)
第四节 伺服控制	(140)
第五节 机构控制	(163)
第六节 主要集成电路端脚说明	(186)
第七节 测试与调整	(220)
第六章 东芝 SD-K310/SD-2100DVD 与飞利浦 DVD820 视盘机电路分析	(259)
第一节 主要规格和电路的组成	(259)
第二节 RF 信号处理电路	(262)
第三节 视频音频信号处理系统	(263)
第四节 伺服控制	(277)

第五节	系统和显示控制	(285)
第六节	机械系统	(291)
第七节	电源	(295)
第八节	集成电路端脚功能说明	(302)
第九节	维修	(349)
第七章	夏普 DV-800D/DV-880/DV-500/DV-550DVD 视盘机电路分析	(402)
第一节	主要特点和技术规格	(402)
第二节	机构分析	(405)
第三节	电路分析	(409)
第四节	测试与维修	(445)
附图		(459)

第一章 光盘技术基础

CD 通称激光盘,包括唱盘和视盘。随着激光技术的发展,这种直径为 12cm,厚 1.2mm 的小型数字化光盘,自 80 年代初问世以来受到各界热烈关注,市场十分看好。特别是在 1981 年,飞利浦(Philips)公司和索尼(Sony)公司制定了 CD-DA 的红皮书标准之后,激光盘有了统一的标准,极大地推动了 CD 技术的前进步伐。于是,在短短十几年里,CD 家族出现了大量的新面孔,如 CD-DA(目前较流行的激光唱盘)、CD-V(带图像的光盘)、CD-ROM(只读式数据光盘)、CD-R(可录式光盘)、Photo-CD(照片光盘)、CD-G(带图形的光盘)、CD-I(交互式光盘)、VCD(数字活动图像光盘)、DVD(高清晰度数字视盘)等。这些光盘不仅可以记录和播放高质量的数字化音乐,还可以记录和播放各种数字化的文字、静止图像和信息量巨大的活动图像。

目前,CD 产品琳琅满目,其中尤以 VCD 和 DVD 最为出众。VCD 采用 MPEG-1 的标准压缩技术,可将 74min 的活动图像及其伴音记录在一张 VCD 盘上,图像质量优于家用录像机 VHS (Video Home System)标准,略低于 70 年代初出现的激光视盘 LD(Laser Disc),声音可以与 CD 相媲美。VCD 的主要优点是:①制造工艺简单,VCD 盘的制造工艺流程与普通的 CD 唱盘相同;VCD 播放机的生产也很简单,只需在普通的 CD 唱机上加 VCD 视频/音频解码电路即可;②适应面广,既可在 VCD 视盘机上播放,也可在带有 MPEG-1 卡的多媒体计算机上播放;③性能价格比高,与 LD、VHS 相比,性能不差,价格合理;④VCD 光盘体积小,易于保存,多次播放也不致造成损伤。

DVD 是将于今秋投放市场的最新产品。DVD 与 VCD 一样可以记录多种活动图像及其伴音。与 VCD 不同的是,DVD 采用 MPEG-2 标准压缩,可以在一张 DVD 单面盘上存储 135min 的高清晰度活动图像及其伴音,图像质量远远高于 VHS、VCD 和 LD,声音采用数码环绕声制式,音质不低于 DCC(数字盒带)效果。

第一节 CD 系列的类型

CD 是激光盘(compact disc)的缩写,最初研制出来是用于记录和重放音乐节目。随着技术的发展,CD 的数字记录格式不仅能记录音频信号,还广泛地用于记录字符、图像和计算机程序等,同时开发出可录的 CD 格式。CD 媒体广义上分为以下五种类型,

- 数字音频 CD·····红皮书(1981 年)
- 数据读取 CD·····黄皮书(1985 年)
- 交互式 CD·····绿皮书(1986 年)
- 可录 CD·····橙皮书(1989 年)
- 数字活动图像 CD·····白皮书(1993 年)

CD 技术主要由飞利浦和索尼等公司开发,其核心技术包括:CIRC(Cross Interleave Reed Solomon Code)误码检测校正技术——李德所罗门误码检测校正技术;EFM(Eight Fourteen Modu-

lator)调制技术——8~14 位调制技术;D/A(Digital/Analog)转换技术——数字模拟量转换技术等。由于 CD 光盘采用数字化信号记录,所以其抗干扰和纠错能力极强,从目前技术而言,CD 光盘的音质是较为出色的,近些年已派生出一些多媒体的产品,如 CD-ROM、CD-I、CD-R 等。

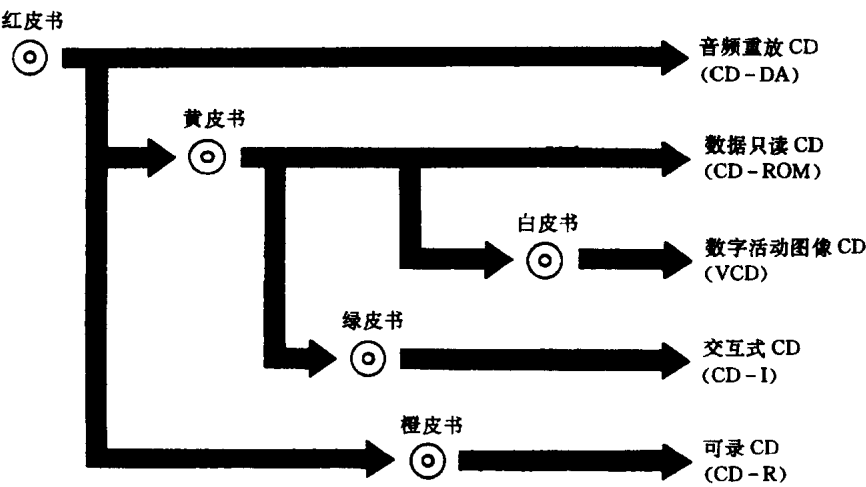


图 1.1 CD 标准的发展

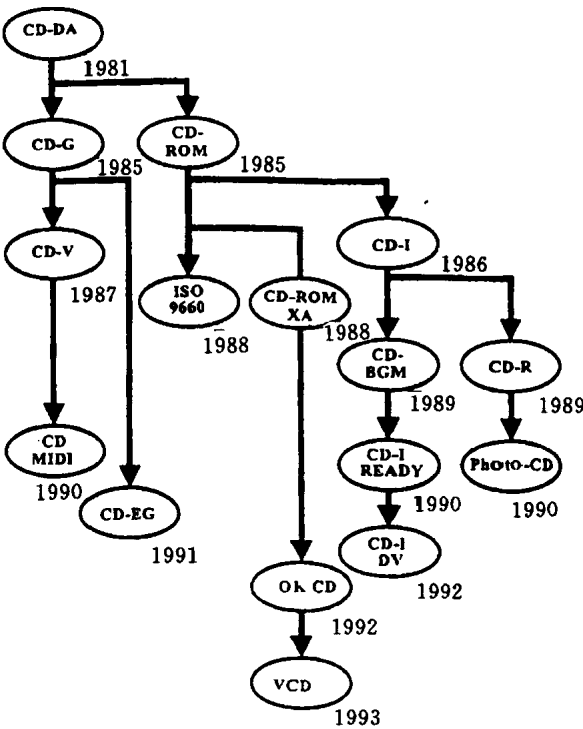


图 1.2 CD 媒体的演变

表 1.1 媒体的比较

	CD-DA	CD-G	CD-ROM	VIDEO CD	LD	MD
盘的规定	红皮书	红皮书	黄皮书	白皮书	—	彩虹书
主要用途	音乐节目	卡拉 OK/教育	电子出版物, 计算机数据	音乐卡拉 OK A&V	视频卡拉 OK 高分辨 A&V	音乐节目
特征	数字音乐盘	静止图像,几 何图形	数据盘	数字图像 12cm 盘	模拟图像 30cm 盘	数字音乐 6 4cm 盘
视频方式	无	几何静止图像	图形	数字压缩活 动图像	模拟活动图像	无
活动图像	无	无	无	MPEG	模拟	无
音频声道	2 声道	2 声道	2 声道	2 声道	4 声道	2 声道
记录时间	74min	74min	存储量 600MB	74min	200min (双面)	74min

第二节 音频重放 CD 的标准

数字音频 CD 的规格(红皮书)是 1981 年建立的,这标志着 CD 媒体家族的诞生。

音频 CD 的标准主要是用于重放音乐节目,音频重放 CD 是对音频 CD 标准的扩展,它不仅
可以重放只有音乐节目的 CD-DA(数字音频)光盘内容,还可以重放具有静止图像和模拟的活
动图像的 CD 内容。可以重放静止图像的是 CD-G,可以短时间重放模拟活动图像的是 CD-V。

与红皮书有关的主要 CD 标准有:

- CD-DA……重放 16 位音乐节目(74min)
- CD-G……在 CD-DA 上增加了静止图像显示功能
- CD-V……重放 16 位音乐节目(20min)和模拟活动图像(5min)
- CD-Single……8cm 光盘

一、CD-DA(数字音频)

激光唱盘标准是飞利浦公司和索尼公司为 CD-DA(Compact Disc-Digital Audio,简称 CD 唱
盘)制定的标准,其目的是用 CD 存储高保真立体声音乐节目。CD-DA 的直径为 12cm,单面可
记录 74min 的音频节目。其音频信号的取样频率为 44.1kHz,取样值为 16 位。

该红皮书定义了 CD 的尺寸、数据格式、误码检测与纠正和物理特性等。该标准是其他
CD 标准的基础。

1. CD-DA 光盘规格

表 1.2 列出 CD-DA 光盘的主要规格。

表 1.2 CD-DA 光盘主要规格

音频规格		光盘规格		记录密度		信号格式	
通道数	2	外径(mm)	120	坑长(μm)	0.59	取样频率(kHz)	44.1
演奏时间(min)	60(最长 74)	中心孔径(mm)	15	线密度(kbit/英寸)	43.0	量化数	16bit 直线
频率特性(Hz)	20 ~ 20000	厚度(mm)	1.2	面密度(Mbit/英寸)	683	调制方式	EFM
动态范围(dB)	> 90	信号面(mm)	50 ~ 116			加重	T1 = 50 μs , T2 = 15 μs
谐波失真率(%)	< 0.05	节目开始	内圈			纠错方式	CIRC
抖晃(%)	晶体精度	转速(m/s)	1.2 ~ 1.4			传输速率(Mbit/s)	2.03
		恒线速度(CLV)	500 ~ 200			冗余度(%)	约 30
		坑点、深、长、宽(μm)	0.11, 0.9 ~ 3.2, 0.5				
		轨迹间距(μm)	1.6				
		循迹方法	无槽(动态循迹)				
		材料	聚碳酸酯				
备注: 4 通道对应倍速							

CD-DA 光盘的结构规格如图 1.3 所示。

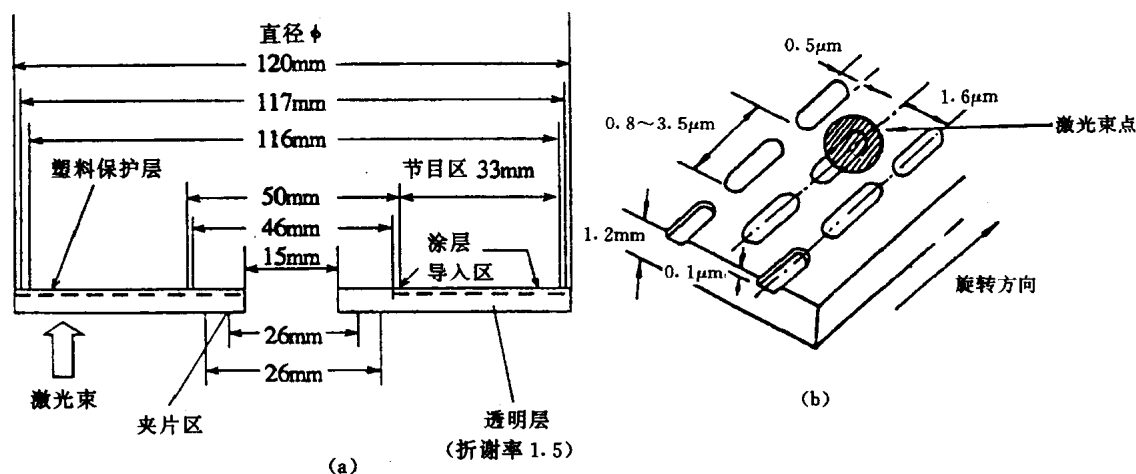


图 1.3 CD 光盘的结构与尺寸

在 CD 光盘的引入区记录一些光盘的章节码、总时间、每个曲目的播放时间等信息,使唱片在播放时,从片头取出整个光盘的大致内容以便供使用者选择。具体尺寸参阅图 1.3(a)。

光盘的中心部分为信号面内容,记录 CD 光盘的乐曲内容,此信号面一般能记录几首、甚至几十首乐曲。

最外面为引出区,记录光盘的结束信号,供系统微处理器检测使用,即播放到此区域便可发出停机指令信号。图 1.3(b)为坑点的长度、宽度和间距。

2. CD-DA 光盘的记录和重放

(1) CD-DA 光盘的记录过程

图 1.4 为 CD-DA 光盘记录过程的框图描述。

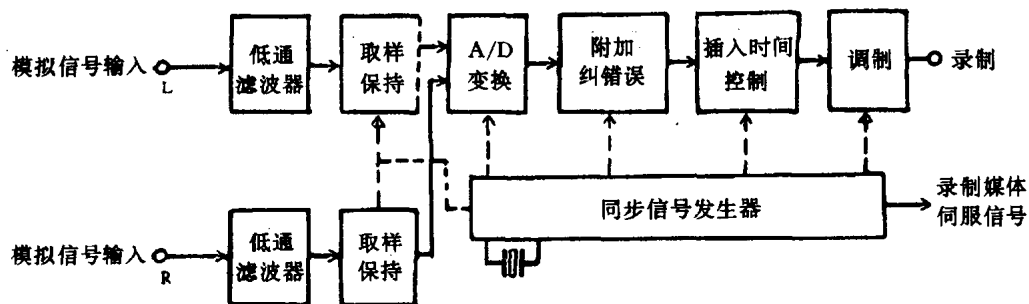


图 1.4 CD 光盘的信号录制框图

在左、右声道的模拟音频信号通路内使用低通滤波器，取出约 20 ~ 20000Hz 频带的声音信号，把一些高频杂波滤去，再进行取样（见图 1.5）。此时利用 44.1kHz 取样频率，对音频信号进行取样处理，使其成为一个间断的脉冲序列，它的周期为 $T = t_1 \sim t_2$ （见图 1.5(b)）。由于取样得到的脉冲幅度不可能都是整数，所以采用保持（量化）电路，对所有脉冲幅度值作取整量化处理，如 2.1 取 2，4.9 取 5 等。最后把量化后的脉冲序列，送至 A/D 转换电路，转换成 PCM 码。在目前的 CD 系统中，声音波形中每一个取样点的值均以 16 位（bit）二进制数表示。这样能得到很高的分辨率，从理论上讲每增加一位，其信噪比将提高 6dB。由于取样频率为 44.1kHz，所以每秒钟有 44100 个取样值（16 位二进制数）。

接着 PCM 码被送到附加的误码检测纠正系统，这是 CD 的一项关键技术，该方法称作交叉交织李德所罗门码。简单地讲，就是把集中的误码信息，经过特殊的编码过程，使重放时解码后的信息中的误码信息分散，理论上能改正一串多达 4000 个误码群体，约 2.5mm 的光道长度错误，这种方法因 CD 光盘稍有划伤或光盘上有灰尘或光盘的覆盖薄膜中有气泡等情况，其音质都能不受影响。

李德所罗门码的编码和解码方法，请参阅有关 CD 原理的参考书籍。

CD 系统把经过 CIRC 编码后的信号送 EFM 调制器，即把 16 位数据分为高 8 位和低 8 位，再将高 8 位和低 8 位数据转换成特殊的 14 位数据，这就形成 EFM 码，由于此时信号所占时间宽度比较长，所以采用时间轴压缩方式，使信号横向压缩，最后再混入控制和显示编码（供控制、显示用）及同步信号，成为一个综合信号再记录到 CD 光盘。

由于 EFM 码调制时将 16 位二进制数先分成高 8 位和低 8 位，按二进制变化原则可知，8 位数据有 $2^8 = 256$ 种状态，而 EFM 调制又将高 8 位和低 8 位转换成 14 位数据，而 14 位数据有 $2^{14} = 16384$ 种状态变化。记录时为了使光盘上的坑点长度适当，显然直接用 16 位数据（ $2^{16} = 65536$ 种变化）和直接用 14 位数据都是不可能的，因为要有 65536 种或 16384 种坑点长度。

实际方法是适当地选择连续的“0”，巧妙地排在两个“1”之间。从 14 位二进制数的组成来看，其 16384 种状态中，“1”与“1”之间“0”的个数，连续在 2 个以上 10 以下的状态，共有 267 种。可见只要使用这种特殊的 14 位二进制信号，就能完全表示出 8 位的 256 种信号。

CD 光盘中的坑点（Pit）的长度是由上述 14 位二进制数中两个“1”中“0”的个数来决定，即在这 14 位中，每碰到“1”出现时，数字化信号就由“0”→“1”或“1”→“0”，见图 1.6。则坑点的长

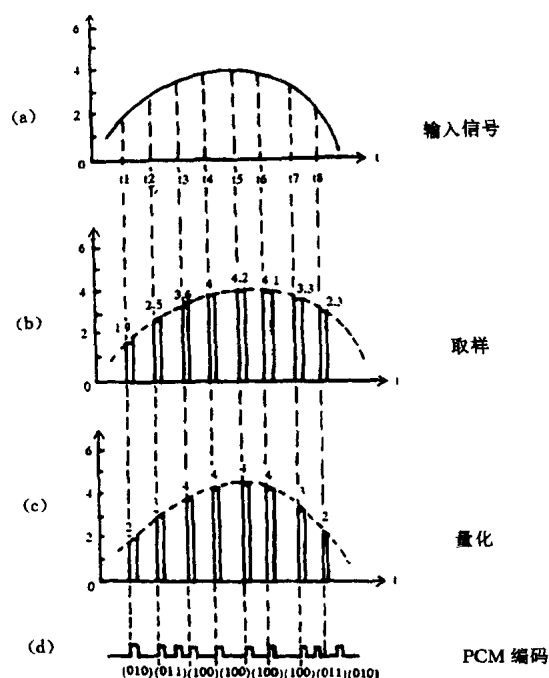


图 1 5 CD 记录信号处理

度即成两个“1”中“0”的个数。根据上述 EFM 调制原则,取两个“1”之间“0”连续个数两个以上 10 个以下,这样共有 2~10 九种状态。具体记录时坑点的长度,由于出现“1”时才翻转,所以加上反转记号“1”一起确定坑点的长度,则最短为 3T,最长为 11T,总共还是九种状态,即 3T~11T,这样它可把原来 16 位二进制数的 65535 种状态变化信号全部表达出来。

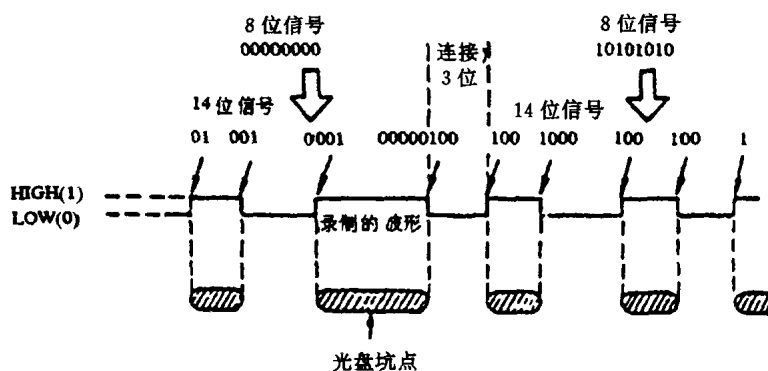


图 1 6 EFM 码变换为信息坑

在 CD-DA 中,其 CD 光盘划分为若干光道(track),每条 CD-DA 光道由多个扇区(sector)组成,扇区数可多可少,光道的长度可长可短,通常 1 段音乐(或 1 首歌曲)就组成 1 条光道。每个扇区由 98 帧(frame)组成,帧是 CD-DA 中存储音频(audio)数据的基本单元,其数据结构如下:

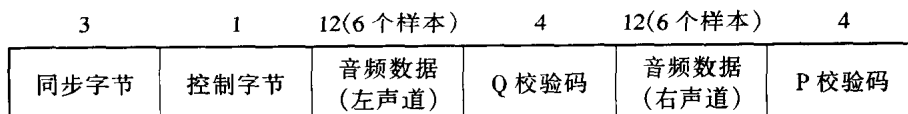


图 1.7 帧结构

其中,4个字节的 Q 校验码和 4 个字节的 P 校验码用来检测与纠正读 CD 盘时出现的差错。由于帧中采用了两层错误检测与纠正,因此,音频数据的误码率可下降到 10^{-9} 以下。

同步字节起同步作用。帧中控制字节占用 1 个字节,每个扇区中的 98 帧组成 8 个子通道,分别命名为 P、Q、R、S、T、U、V 和 W 子通道。每条光道上所有扇区的子通道组成了 CD-DA 的 P、Q、R、S、T、U、V 和 W 信道。每个控制字节的格式如下:

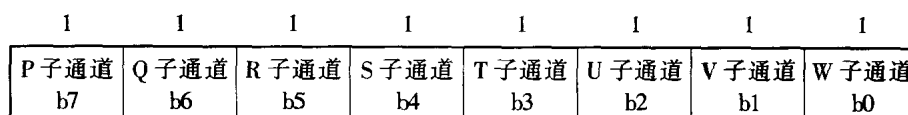


图 1.8 子码信道分布

其中,98 个控制字节的 b7 组成了 P 通道,98 个控制字节的 b6 组成了 Q 通道,依此类推。通道 P 包括一标志,用以指示 CD 播放机其 CD 盘光道上的音频数据从什么地方开始。而通道 Q 则包括运行时间信息,CD 播放机使用该时间信息来显示其音乐播放时间。Q 通道 98 个控制位的数据格式如下:

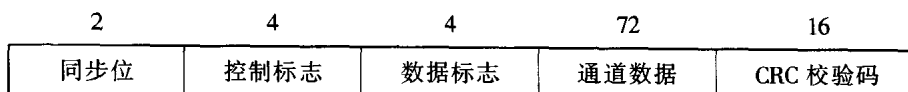


图 1.9 子码扇区结构

其中,同步位即控制字节部分的同步位;控制标志定义光道上的数据类型;数据标志定义其后 72 位 Q 通道数据的标志;通道数据即 Q 通道的数据,在盘引入区(Lead In)含有盘上内容表 TOC(Table Of Contents),在其余盘区,包括当前播放的时间;CRC 校验具有误码检测和纠正功能。

(2)CD-DA 光盘的重放过程

CD 光盘的重放解码系统框图见图 1.10。从激光头组件取出 CD 光盘上坑点信号——RF 信号。由于坑点的长度为 $3T \sim 11T$,取样码率为 4.3218Mbit/s ,所以 $3T \sim 11T$ 的信号,约在 $0.39\text{MHz} \sim 1.44\text{MHz}$ 之间,故称为 RF 信号。此信号先送数值检测电路,对输入的信号按帧划分。使用时钟脉冲发生器,从 RF 信号中取出帧同步信号,产生同步检测时序,送到 EFM 解调、控制及显示解码、D/A 转换、CIRC 误码纠正、声道分离等电路,协调各电路的工作时序。

RF 信号另一方面送到 EFM 解调电路,解调器解调后得到 EFM 码。先根据李德所罗门码解码方法,对此信号进行解码,并检测其中的误码,进行插补或静音处理,这样就恢复成 PCM 码,再按数据帧分布的情况把左、右声道的数据分离。分离后的 PCM 码信号,送 D/A 转换电路,把数据转换成模拟信号——声音信号,最后由低通滤波器滤掉高频杂波,取出 L、R 声音信号。

从 EFM 解调电路中取出控制和显示信号,送系统控制电路进行各种功能控制,其中包括显示相应功能内容。

重放解码的信号如图 1.11。由于是编码记录信号的逆过程,故请读者自行推理,不再赘述。

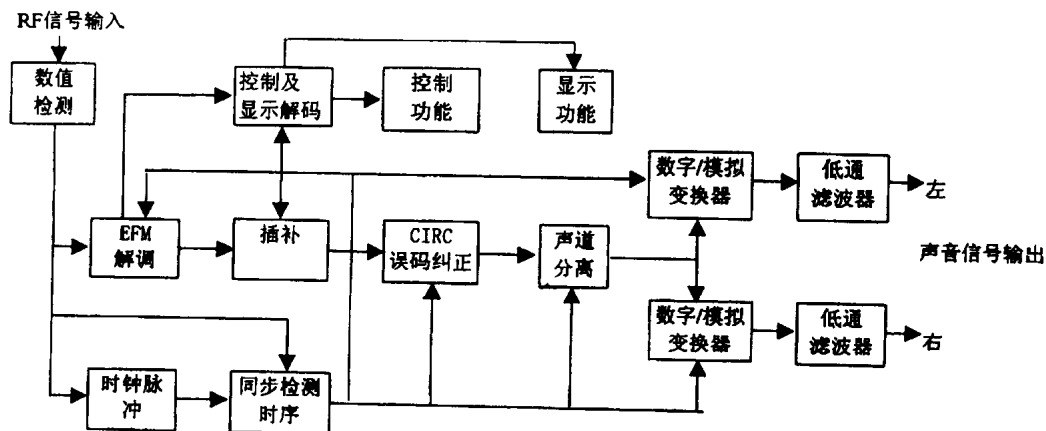


图 1.10 CD 解码系统框图

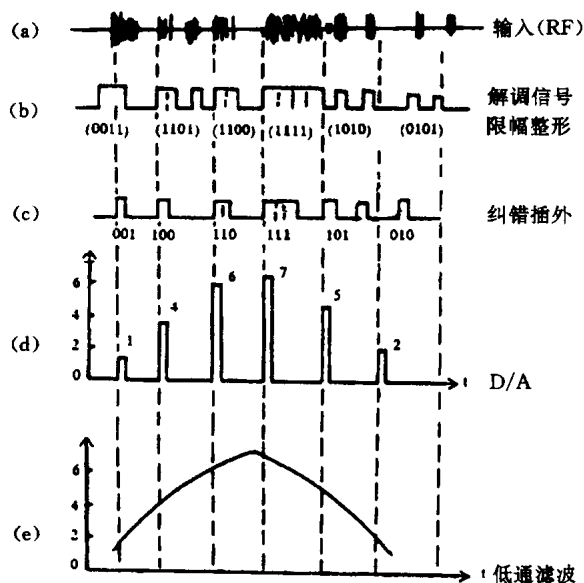


图 1.11 CD 重放信号处理

二、CD-G 与 CD-EG

CD-G 是英文 Compact Disc Plug Graphics 的缩写,意为带静止图像数据的光盘。它采用 8cm 或 12cm 的光盘,12cm 的光盘单面存储 74min 的数字音频和 2000 幅静止图像(16 色)及文字。其静止图像数据放在 R-W 子码通道。这些通道区域在 CD-DA 中不使用。CD-G 是 1985 年在 CD-DA 红皮书标准基础上扩展而成的。由于可以显示简单的图形和歌词,因此被应用于卡拉 OK。

CD-G 节目在普通 CD 播放机上播放时,只能欣赏音乐节目,不能观看图像。使用能播放 CD-G 节目的播放机(例如,CD-I、CDTV 等),要与电视机(或计算机)相连才能同时欣赏音乐和观看图像。

CD-EG 属于 CD-G 的扩展型,能播放 256 色的图像,其效果优于 CD-G。

CD-G 的一帧图像是由 216×300 点组成(192×288 像素),使用 4096 种颜色可以生成任何 16 种颜色的图像。图像的显示速度取决于所使用的颜色的数量,两种颜色的图像显示速度为 2.56s,16 种颜色为 10.24s。CD-G 光盘能播放 72min 的声音节目,一般一张光盘上只有十余幅的静止图像,所以这种光盘往往记录卡拉 OK 节目,这样使每一首歌曲变化三四个不同的静止彩色画面,而一张光盘可记录 12 至 16 首歌曲,但一定要在 CD-G 激光视盘机(激光卡拉 OK 视盘机)才能播放。目前有不少 VCD 视盘机也能播放 CD-G 光盘。

CD-G 的外形与 CD 一样,其规格见表 1.3,CD-G 的格式见图 1.12。

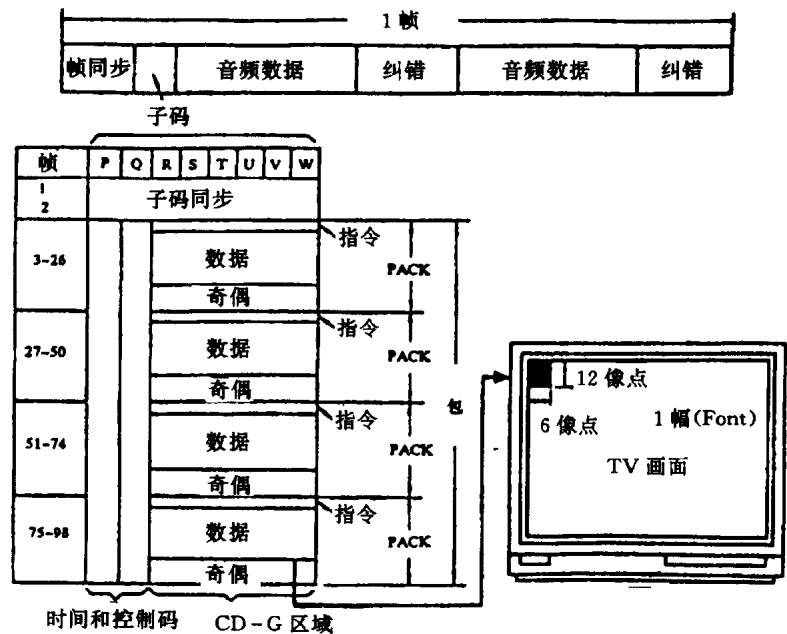


图 1 12 CD-G 格式

表 1.3 CD-G 规格

析像清晰度	画面横 288 × 纵 192 像素(横 300 × 纵 216 像素含边缘)
颜色数	从 4096 种颜色中选择任意 16 种显示 $16(\text{蓝}) \times 16(\text{红}) \times 16(\text{绿}) = 4096$ 色
特殊效果	可以 6×12 像素为单位(称为副 Font)随机写入指定位置和按拼合状态改写画面,能改变画面的划形(Wipe Pattern),整个画面可沿上下、左右倾斜方向滑移(涡卷式 Seroll) 画面的颜色可瞬时改变,可执行淡出(Fade-OUT)、淡入(Fade-IN)整个功能
显示速度幅数	当用 2 种色写全部的副(Font)时,为 2.56s,约 1700 幅,当用 16 种色写全部的副(Font)时,为 10.24s,约 400 幅[按 CD 每秒传送 300 个包(Pack)计算]
通 道	具有 16 个通道(0~15),可取出 15 种不同的信息(图画)(0 通道固定)
文字和图形	文字和图形一样可作为图形数据处理

CD-G 光盘中的声音信号与 CD 光盘相同不再叙述。而图像信号,使用 6×12 像点为单位组成 1 副(Font)画面,全画面由 768 副(横 $48 \times$ 纵 16)加上 132 副(边缘部分)组成,请参阅图 1.12。可见一个画面最多显示 $768 \text{ 副} + 132 \text{ 副} = 900 \text{ 副}$ 内容,由于是静止图像,所以图像的质量比较好,可与 LD 的图像相近。CD-G 光盘中的歌曲节目记录,为了方便歌唱卡拉 OK,所以记录

时已规定 L 声道为纯伴奏音乐, R 声道为唱歌声及伴奏音乐, 因此播放 CD-G 时, 也要使用立体声输出, 否则会出现单声道。

CD-EG(CD-Extended Graphic)是 CD-G 光盘的扩展型, 称为增强型激光图形光盘, 在播放音乐的同时能送出活动图像, 并有剪接等图像处理功能。

CD-EG 的规格见表 1.4。

表 1.4 CD-EG 规格

析像清晰度	像素横 288×纵 192 像点
颜色数	可保持 2 种选择 CD-G 的画面, 或从 26 万种颜色中显示任意 256 种(R, G, B 各 6 个 bit)
图像处理效果	将 6×12 像点作为 1 副(Font)写入, 写入位置可随机指定, 可瞬时改变画面全体的颜色, 也可淡入、淡出, 在使用 2 画面时, 可瞬时更换画面, 可将 2 画面同时相加显示, 各画面颜色可渐隐
1 画面的显示速度	当用 2 色写全部副(Font)时为 2 56s 当用 256 色写全部副(Font)时为 20 48s
文字和图形	文字和图形一样, 作为图形数据处理
声 音	16bit 特性

从 CD-EG 的规格表中可见, 它比 CD-G 性能优越的地方在于图像质量, CD-EG 的图像能活动, 且颜色更丰富。

由于 CD-G 和 CD-EG 的片源比较少, 且要用专门有激光卡拉 OK 视盘机播放, 所以发展就比较慢, 普及程度也受一定的制约。

三、CD-V(Video-视频)

CD-V 即英文 Compact Disc Video 的缩写, 意为 CD+ 图像。CD-V 光盘能在 LD 视盘机中播放, 其中记录声音内容最长时间为 20min, 所以这种光盘一般多用作录像剪辑(Video Clip)或作品评选使用。CDV 光盘也是按恒定线速度(CLV—Constant Linear Velocity)播放。

1. CD-V 光盘结构和参数

CD-V 光盘与 CD 光盘外形一样大小, 为了与 CD 光盘相区别, CD 光盘使用银白色, 而 CD-V 使用金色镀层。

CD-V 光盘的记录内容见图 1.13。

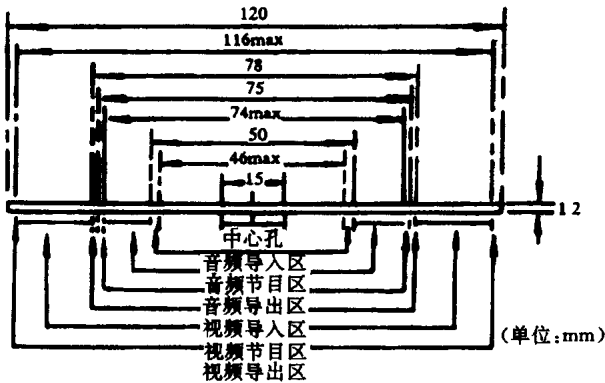


图 1.13 CD-V 光盘的记录内容