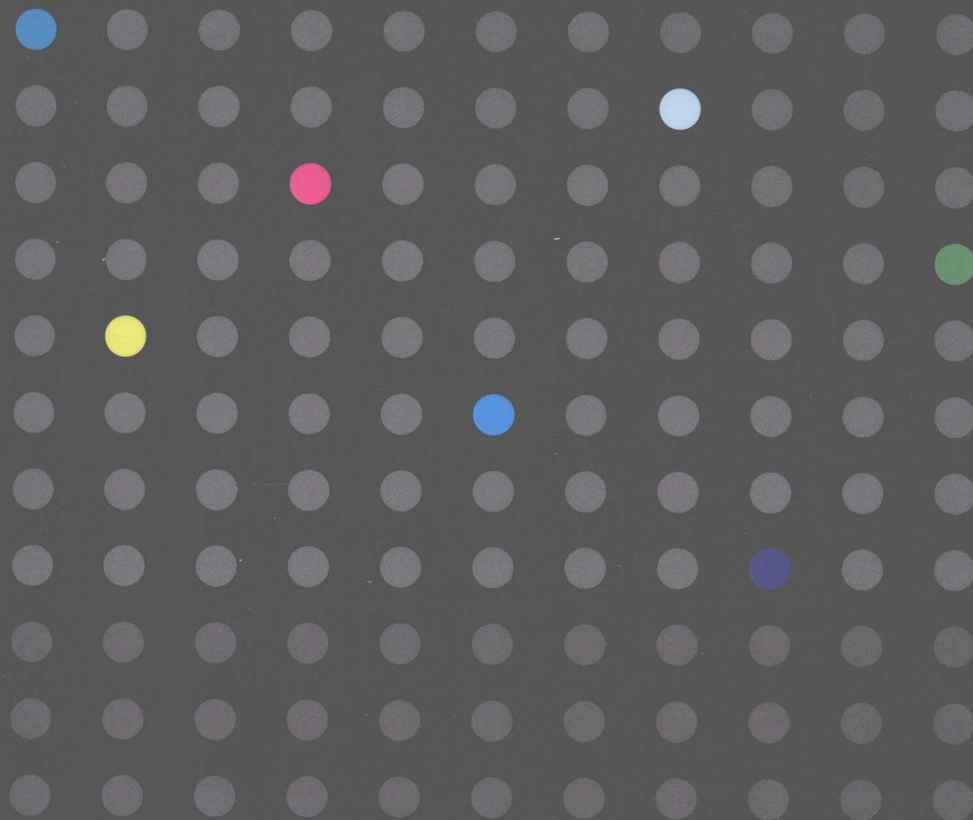


中等职业学校电子信息类专业教学用书



VCD、DVD 设备原理与维修

史新人 主编



高等教育出版社
Higher Education Press

中等职业学校电子信息类专业教学用书

VCD、DVD 设备原理与维修

主编 史新人

高等教育出版社

内容简介

本书是中等职业教育电子信息类“双证课程”教材,根据职业教育电子信息类“双证课程”培养方案,及教育部颁布的电子电器应用与维修专业教学指导方案编写,同时参考了相关行业职业资格标准或行业职业技能鉴定标准。

本书主要内容有:VCD、DVD 机基础知识简介,激光头和机械结构,VCD 机、DVD 机的工作原理和维修等。本书每一章都设有与职业技能鉴定考试内容相符的大量习题。

本书为人力资源社会保障部国家职业资格证书考试用书,可供电子类初、中级维修专业教学使用,也可作为岗位培训和维修人员学习使用。

本书附有防伪码和学习卡,按照本书最后一页“郑重声明”下方的说明,即可查询图书真伪,并获得学习资源。

图书在版编目(CIP)数据

VCD、DVD 设备原理与维修/史新人主编. —北京:
高等教育出版社,2009.3

ISBN 978-7-04-025939-1

I.V… II.史… III.①激光放像机—理论—
教材②激光放像机—维修—教材 IV.TN946.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 003632 号

策划编辑 李宇峰 责任编辑 陆明 封面设计 于涛 版式设计 王艳红
责任校对 王效珍 责任印制 朱学忠

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街 4 号
邮政编码 100120
总 机 010-58581000

经 销 蓝色畅想图书发行有限公司
印 刷 山东省高唐印刷有限责任公司

开 本 787×1092 1/16
印 张 9.25
字 数 220 000

购书热线 010-58581118
免费咨询 800-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landaco.com>
<http://www.landaco.com.cn>
畅想教育 <http://www.widedu.com>

版 次 2009 年 3 月第 1 版
印 次 2009 年 3 月第 1 次印刷
定 价 12.90 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 25939-00

前言

本书根据双证人才培养方案的主要内容编写,教材以技能鉴定和人才市场需求为依据,体现职业教育的特色和电工电子类初、中级专门人才培养的需要,是培养初、中级职业技术维修人员的教学用书。

本书在编写过程中力图体现以下特色:

(1) 讲解 VCD 和 DVD 机的原理与维修。选用的内容以飞利浦机芯和索尼机芯为主,引用的资料是设备中常见的和先进的,具有一定的代表性。

(2) 尽量降低理论深度、强调实用性。理论方面采用简化、定性的讲解方法。原理方面采用了着重信号流程、突出主线的方法;线路方面侧重讲解易出故障部位,着重加强实践环节。

(3) 考虑到 VCD、DVD 机线路比较复杂的特点,本教材力图从实验方框图和维修方框图直接引入维修知识,避免了由于设备线路的复杂性进行的冗长叙述,易于教师讲解并易于学生有重点地掌握所学知识和维修技能。

《中华人民共和国劳动法》规定,我国实行职业资格证书制度;国家劳动和社会保障部规定,职业学校的毕业生必须取得相应职业资格证书后,才能到技术工种岗位就业。为了使形成熟练的职业技能和适应职业变化的能力,并对职业技能鉴定考核具备充分的知识和心理准备,本书在编写内容上注意和较宽的职业技术要求相吻合,教材每章之后有对应的大量习题,其题型与国家职业技能鉴定(音视频设备维修工种)考核题库相吻合。

本教材参考学时数(含机动 4 学时)为 80 学时。学时安排建议如下表,供参考。

序号	课程教学内容	学时数		
		讲课	机动	合计
1	VCD、DVD 机基础知识简介	7	0	7
2	VCD 机的激光头和机械结构	11	0	11
3	VCD 影碟机	18	1	18 + 1
4	DVD 影碟机	16	1	16 + 1
5	VCD 和 DVD 机的维修	24	2	24 + 2
	总计	76	4	76 + 4

本书所选编的各机型电路图中,各产家使用的元器件图形、文字符号及其单位标注方式不尽相同。为便于维修时与整机原理图对照,全书除对二极管、三极管等基本器件符号及单位进行了统一外,未对其余元器件进行统一规范,特此说明。

本教材由史新人主编,王维英担任主审。王维英老师认真审阅了全书,并提出了许多宝贵的修改意见,为提高本书的质量起到很好的作用。在此表示衷心的感谢。

在本教材的编写过程中,山东电子职业技术学院和高等教育出版社给予了大力支持,在此表示诚挚的谢意。

由于编者学识有限,错漏之处在所难免,敬请批评指正。

本书采用出版物短信防伪系统,用封底下方的防伪码,按照本书最后一页“郑重声明”下方的使用说明进行操作可查询图书真伪并赢取大奖。本书同时配套学习卡资源,按照本书最后一页“郑重声明”下方的学习卡使用说明,登录 <http://sve.hep.com.cn>,上网学习,下载资源。

编 者

2009年1月

目 录

第 1 章 VCD、DVD 机基础知识

简介 1

- 1.1 数字信号 1
- 1.2 VCD、DVD 播放光盘 3
- 1.3 数字信号处理的基本知识 5
- 1.4 数字信号压缩的基本知识 8
- 1.5 设备的对外连接 11
- 本章习题 13

第 2 章 激光头和机械结构 15

- 2.1 激光头的光路和结构 15
- 2.2 激光头伺服电路 19
 - 2.2.1 主轴伺服电路 19
 - 2.2.2 循迹伺服电路和进给伺服电路 20
 - 2.2.3 聚焦伺服电路 22
 - 2.2.4 伺服系统总结构 23
- 2.3 机械机芯结构 24
 - 2.3.1 单盘机机械结构 25
 - 2.3.2 多盘连放机械结构 28
 - 2.3.3 机械机芯总结构 29
- 本章习题 34

第 3 章 VCD 影碟机 36

- 3.1 VCD 影碟机的基本组成 36
- 3.2 数字信号处理电路(DSP) 38
- 3.3 解压缩电路 40
 - 3.3.1 CL 系列解压缩芯片 40
 - 3.3.2 ES 系列解压缩芯片 44
- 3.4 系统控制电路(CPU)和显示电路 46
 - 3.4.1 系统控制电路 46
 - 3.4.2 操作与显示电路 47
- 3.5 电源电路 48
- 3.6 整机线路分析 52
- 3.7 CVD、S-VCD 和超级 VCD 机简介 65
- 本章习题 67

第 4 章 DVD 影碟机 69

- 4.1 DVD 影碟机的基本组成 69
- 4.2 常用的几种 DVD 激光头 72
 - 4.2.1 单管单镜激光头 72
 - 4.2.2 单管双镜激光头 73
 - 4.2.3 双管双镜激光头 74
 - 4.2.4 双管单镜激光头 74
- 4.3 DVD 解码器的基本结构 75
- 4.4 常用的几种解码芯片及其功能 77
 - 4.4.1 ZR36700 解码芯片 77
 - 4.4.2 ZiVA D6 解码芯片 81
- 4.5 几种音频系统和对外连接 86
 - 4.5.1 DVD 机中使用的音频系统 86
 - 4.5.2 DVD 机音频的对外连接 88
- 4.6 整机线路分析 89
- 本章习题 95

第 5 章 VCD、DVD 机的维修 97

- 5.1 VCD、DVD 机的维修方法 97
 - 5.1.1 维修基本知识 97
 - 5.1.2 几种常用维修方法 98
 - 5.1.3 VCD、DVD 机维修时的关键部位 99
 - 5.1.4 VCD、DVD 机通用维修流程 100
- 5.2 机械部分的常见故障及排除 101
 - 5.2.1 机械故障的几种类型 101
 - 5.2.2 进出盒及装卸机构常见故障的维修 101
 - 5.2.3 主轴电动机常见故障的维修 103
- 5.3 激光头部分常见故障的维修 104
 - 5.3.1 激光头部分的常见故障 104
 - 5.3.2 激光头部分的清洁 105
 - 5.3.3 激光头部分的拆卸与装配 106
 - 5.3.4 激光头激光强度的简易调整 108
 - 5.3.5 激光头器件的更换与调整 108
- 5.4 伺服电路的维修方法 110
- 5.5 微处理器部分的故障判断方法 112

5.6 控制与显示部分的常见故障及排除	113
5.6.1 操作显示微处理器的故障判断方法	113
5.6.2 面板操作和显示部分的常见故障及排除	113
5.6.3 遥控器部分的常见故障及排除	114
5.7 RF 放大器、数字信号处理电路的维修方法	115

5.8 解压缩部分的故障维修	117
5.9 视频信号处理电路的维修	120
5.10 音频和卡拉 OK 电路的故障维修方法	121
5.11 电源部分的检修	124
本章习题	126
附录 几种常见 VCD 机主板结构	129
参考文献	141

第 1 章

VCD、DVD 机基础知识简介

1.1 数字信号

1. 数字信号的特点

在收音机、录音机和电视机等电路中,一般是用电信号的幅度大小来模拟某个信息的强弱,信号随时间变化的规律可以用波形形象地表示出来,这种信号称为模拟信号。处理模拟信号的设备称为模拟信号处理设备。

模拟信号是在时间轴上连续变化的信号,这种信号比较直观、形象。但是,在信号的处理过程中,模拟信号容易发生变形,这就很难高保真地再现原来的内容。因此在要求较高的音视频设备中,就采用了另一种方法处理信号,即数字信号的处理方式。

数字信号以电平(或说脉冲)有与无这两个状态(称为 1、0)的多位组合来描述信号。0 与 1 在电压值上差别很大,即使信号受到一定程度的干扰,只要可以区分出信号电平的高或低,就能正确地表示数 1 和数 0。所以数字信号具有较强的抗干扰能力,可靠性高,甚至较大的噪声和干扰也不会对它有任何影响。因而数字信号具有高质量还原原来信号的能力。

采用数字信号还可以方便地进行“存储”和“计算”。例如,用 0 或 1 分别代表晶体管导通或截止,维持 0 或 1 的状态 1 min(分钟)就等于信息存储了 1 min,这就做成了信息的“存储器”。数字信号还能够方便地用于计算。数字信号的这些特点为设备实现多种功能提供了条件。

2. 比特、字节、比特率

在数字电子技术中,讨论数字信号传输时常用比特(bit)这个单位,二进制数码的每一位称为 1 个比特(或称 1 bit)。

电路中通过的数码信号称为比特流,某点每秒钟通过的比特数称为比特率(或称码率、数据传输率),记作 bps(或称 BPS、bit/s)。

在数字电子技术中,存储媒体的容量习惯用另一个单位——字节数(Byte)表示,简称 B。

字节和比特的关系是:1 B = 8 bit。字节的常用单位的关系为

$$1 \text{ KB} = 1024 \text{ B}, 1 \text{ MB} = 1024 \text{ KB}, 1 \text{ GB} = 1024 \text{ MB}$$

例如,计算机软盘的容量多为 1.4 MB;计算机硬盘容量的 GB 数已经达到 100 以上。

3. 信号类型的转换

模拟信号转换成数字信号,称为模数转换,又称 A/D 转换。数字信号转换成模拟信号,称为

数模转换,又称为 D/A 转换。

A/D 转换和 D/A 转换的过程如图 1.1 所示。

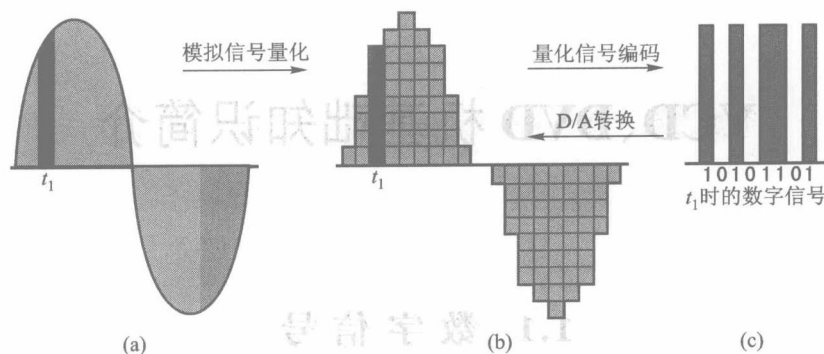


图 1.1 A/D 和 D/A 转换

A/D 转换的过程是:① 取样。取样是指对连续的模拟信号每隔一定的时间间隔进行瞬时取值,如图 1.1(a)中的 t_1 所示。② 量化。量化是把经过取样后落在同一层次的取样值归入同一量化的过程,如图 1.1(b)中的 t_1 所示,模拟信号的大小变化经过取样、量化就转化成了一系列的量化值。③ 编码。编码就是把每一个量化的值转换为二进制的数表示。例如图 1.1(c)中, t_1 时刻的量化值已经转换为 8 位(即 8 bit)二进制的数 **10101101**。如果取样用 8 bit 的二进制的数表示,则整个波形就有 $2^8 = 256$ 个量化值,如果每次取样用 16 bit 的二进制的数表示,则整个波形就有 $2^{16} = 65\,536$ 个量化值。

经过取样后,信息的波形变为阶梯波了,可见量化肯定出现误差,这种误差称为“量化噪声”。

量化形成的量化值的总数目,称为取样级数,或者称为取样精度。用量化时的 bit 数表示。

图 1.1 所表示的量化精度为 8 bit。每秒钟的取样次数称为取样频率,常用 f_s 表示。

取样精度和取样频率越高,说明该数字处理电路中信息的精度越高。

一般,取样频率大于模拟信号上限频率的 2 倍时,信号就不会在取样过程中明显丢失,即

$$f_s \geq 2f_B$$

其中: f_s 为取样频率; f_B 为模拟信号上限频率。

声音信号的上限频率 f_B 为 20 kHz,那么取样频率必须为 $f_s \geq 40$ kHz。VCD 机中音频信号的取样频率为 $f_s = 44\,100$ Hz,即每 $22.67\, \mu s$ 就要在模拟音频信号中取一个瞬时幅值。在 DVD 机数字音频处理和某些数字音响系统中,考虑到不同的要求,取样频率有 32 kHz、44.1 kHz、48 kHz、96 kHz 等几种。

在 VCD、DVD 设备中,图像信号也采用数字处理方式,确定取样精度均为 8 bit,取样频率高于模拟图像上限频率的 2 倍。

现在的显像管和扬声器采用模拟信号激励。将数字信号转换为模拟信号,称为 D/A 转换,它是 A/D 转换的逆过程,即图 1.1 中,从(c)波形转换为(b)波形,经过滤波成为(a)的形状。

4. 像素

形成图像的基本微粒(单元)称为像素。像素越小越密,图像就越清晰、细腻。反之,如果图像的像素太大,图像就很粗糙。

像素与显像管产生光栅时的光栅亮点的含义不同。通过后面学习的知识能够知道,VCD 机提供的图像,像素面积大致是光栅亮点面积的 4 倍,而 DVD 机提供的图像,像素面积大致与光栅亮点面积相等。

无论是 VCD 机还是 DVD 机,图像信号进行 A/D 转换时,每一次取样对应一个像素,即每一个像素对应于 8 bit 的数字信号。可见,图像要求越清晰、细腻,每秒钟的像素就应该越多,数字信号的比特率就越高。

1.2 VCD、DVD 播放光盘

光盘的盘片结构是指光盘的构造、直径、厚度、盘片的各种尺寸等。

光盘上的信息纹称为光道。光道结构是指光道间距、光道形状、坑深、坑宽等。

光盘的格式是指如何把文件、数据存储到光盘上。包括目录结构、文件、数据类型和地址,纠错方法等。将 Windows 光盘放入普通 VCD 机中,激光头是不能读盘的,电视屏幕上会显示“NO DISC”,意思是不能读盘,这是因为光盘的格式不被认可的缘故。

1. CD 系列光盘

常见到的 CD 光盘、VCD 光盘、计算机用的 CD-ROM 光盘以及以前使用的 CD-I、CD-G 光盘等,光盘的盘片结构和光道结构是一致的,称为 CD 系列光盘。CD 系列光盘因为有一层铝反射层,所以外表是银白色的,光洁照人。

光盘的盘片结构是由聚碳酸酯塑料注模成型、数据压模(刻槽)、喷射铝反射层,然后涂透明保护层制成的,最后印制标牌。铝反射层随数据压模的凸凹变化而形成“坑坑岛岛”即是信息。坑岛连成的轨迹即是光道。光道由内圈螺旋向外顺时针转出,当然,从信息面看,光盘逆时针旋转才能检拾信息。激光照射坑岛时,光的反射量发生变化,相应的电路接收反射光而转换为数字电信息。CD 系列光盘的结构如图 1.2 所示。

CD 系列光盘的盘片结构和光道结构参数如表 1.1 所示。

2. DVD 光盘

DVD 光盘直径为 12 cm,厚度为 1.2 mm,与 CD 系列光盘相同。这是为兼容而设计的。

平常讲到 DVD 光盘时,首先想到的是播放影视节目的 DVD-Video 光盘,实际上 DVD 光盘同样可用于记录和播放其他类型的数据信息。类似 CD 光盘系列,DVD 光盘除了 DVD-Video 之外,另外还有其他几种 DVD 的光盘,即 DVD-ROM 用于计算机、DVD-Audio 用于音频播放、DVD-R 用于刻录、DVD-RAM 用于可抹可录。

DVD 光盘的结构有单面单层(只读)、单面双层(只读)、双面单层(只读)、双面双层(只读)、双面单层 DVD-R 和双面双层 DVD-RAM 几种。

DVD 光盘的存储容量比 CD 系列光盘容量大得多,最多可播放 8 个小时的节目。

DVD 光盘与 VCD 光盘有一些同、异之处,DVD 光盘的结构如图 1.3 所示。

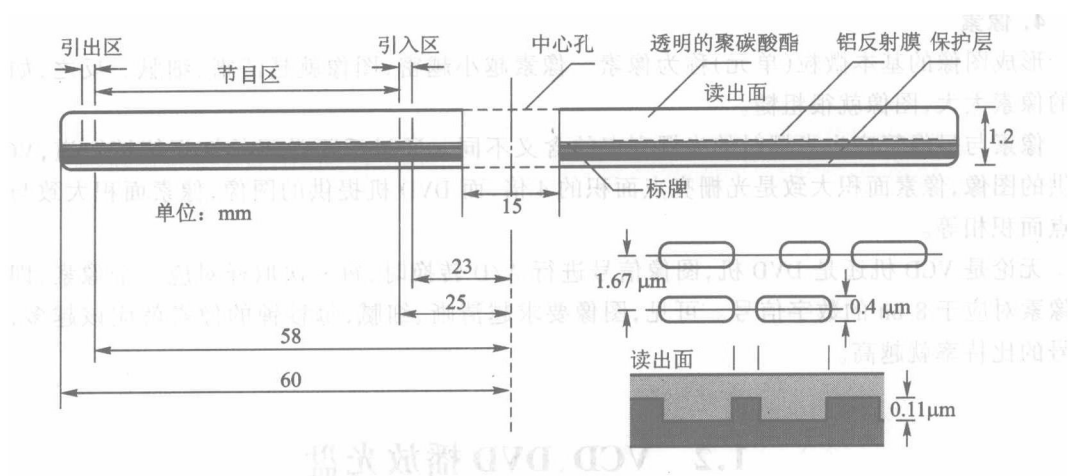


图 1.2 CD 系列光盘

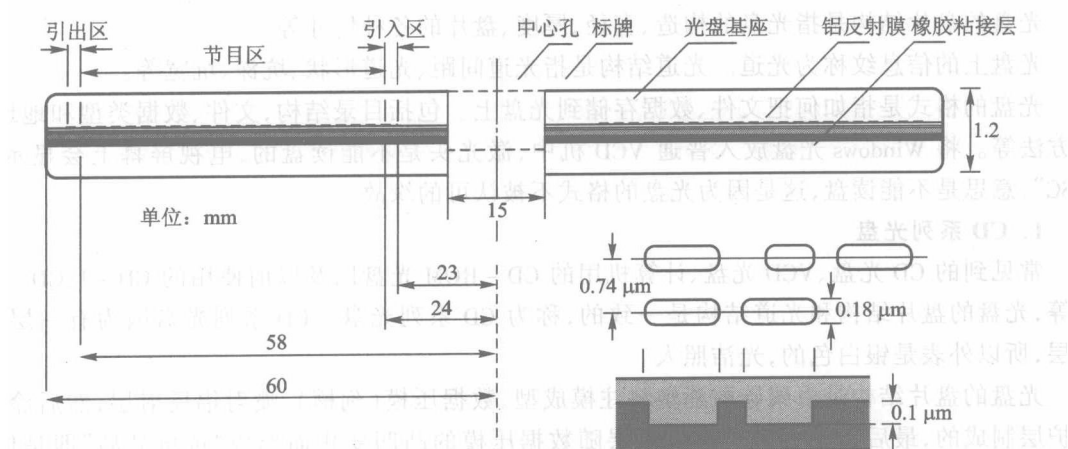


图 1.3 DVD 光盘

表 1.1 CD 系列盘片结构和光道结构参数

参数名称	数据
光盘直径	12 cm
光盘厚度	1.2 mm
中孔直径	15 mm
记录部分	$\phi 46 \text{ mm} \sim \phi 116 \text{ mm}$
旋转方向(读取面看)	逆时针
读取点线速度	1.2 m/s ~ 1.4 m/s
转速	500 r/min ~ 200 r/min
坑深	0.11 μm

续表

参数名称	数 据
坑宽	$0.4\ \mu\text{m}$
光道间距	$1.67\ \mu\text{m}$
凸凹坑长度	$0.87\ \mu\text{m} \sim 3.3\ \mu\text{m}$
材料	折射率为 1.5 的材料

1.3 数字信号处理的基本知识

在 VCD、DVD 设备中,是通过读取光盘来获取声音、图像信号的。由于光盘和读取的特点,还要加入另外的一些信息,才能使设备认识、处理这些信号。为了对从光盘上获取的各种信息有一定的了解,现以 VCD 为例,简要说明光盘信息的特点和数字信号处理的工作过程。图 1.4 为 VCD 光盘上每个数据帧信息的结构。

1. 数据帧

(1) 将图像和左右声道声音的模拟信号分别进行 A/D 转换。声音信号每个声道取样频率为 44 100 Hz,取样精度为 16 bit;图像信号的取样频率为 6.75 MHz + 3.375 MHz(图像信号的取样频率在后面介绍),取样精度为 8 bit。

(2) 为了存储和传输的效率,应该分别对数字音频信号和数字视频信号进行压缩。压缩的含义是用数量较少的代码去代替数量较多的代码。

(3) 音频数据和视频数据压缩后组成一定的排列顺序,将 24 个字节划为一组,称为一个数据帧。

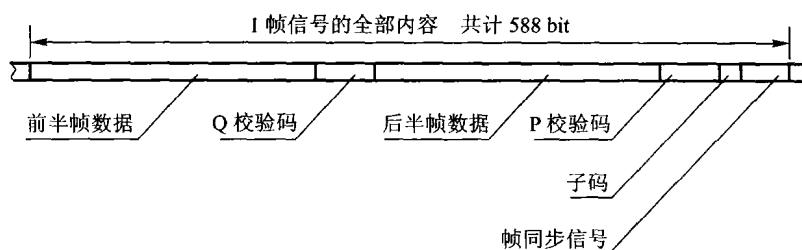


图 1.4 VCD 光盘上每帧信息的结构

2. 为设备能够纠正读盘错误而预先加入纠错编码

压缩数据制作成数据帧后,还要加入(P、Q)校验码。

光盘上的灰尘、划痕、光盘运转时的速度不均匀或抖动,光盘制作误差以及激光头不良等,都会使读盘出现错误。出现的错误称为误码。设备出现误码的表现是:声音出现汽船声,图像出现彩色马赛克方块,严重时出现死机现象。设备在读盘后,将读盘误码纠正为原来正确码的过程称为纠错。

读盘出现误码后,有些正确的数码已经丢失,这时 VCD、DVD 机又是如何纠正错误的呢? 这

是因为在光盘刻录前,信号中预先加入了纠错码,它包含三个部分。

(1) 对每帧 24 个字节的 **0、1** 分布进行记忆,这个记忆码叫做 Q 校验码,共有 4 个字节(Q0 ~ Q3),这样,每帧就有 28 个字节了。

(2) 将每帧 28 个字节的数字信号进行不等长延迟,每个字节增加延迟 4 帧,即从延迟 0 帧到延迟 108 帧,将每帧的各字节均匀分散到 108 帧里面去。前面某些帧的字节由于延迟来到这里。也就是说,每帧的信息是“来自于很多帧”的,每帧仍然是 28 字节。

(3) 对每帧 28 个字节的 **0、1** 分布进行记忆,这个记忆码叫做 P 校验码,共有 4 个字节(P0 ~ P3),这样,每帧就有 32 个字节了。

在 VCD 光盘上,纠错码(Q0 ~ Q3、P0 ~ P3)称为里德 - 索罗门(RS)纠错码,这种纠错方法称为 CIRC 纠错;在 DVD 光盘上,采用了改进型里德 - 索罗门纠错码,称为里德乘积(RS - PC)码。

设备播放时,如果某一部分的信号读错,由于播放时信号送至播放机内设有的“CIRC 逆运算”电路,让那些刻录前分散开的字节各自回归原帧,此时正好将该一区域的误码分散开,变成零星的分布。然后,记忆信息(纠错校验码 Q0 ~ Q3、P0 ~ P3)起作用,将其纠正。这就是 VCD、DVD 机中的错误校正器的作用。

3. 每帧加入一个字节的子码

加入了 RS(或 RS - PC)纠错码的数字信号,还要再加入子码(或称控制显示码、控制字),每个帧内加入一个字节(8 bit)的子码,这 8 个比特按顺序分别称为 P、Q、R、S、T、U、V 和 W(注意不要与纠错码的 P、Q 混淆)。

在 VCD 和 DVD 播放机中,子码将被取出然后分段集中,送给 CPU,供 CPU 对设备进行控制和供显示屏对设备状态的显示使用。

子码的作用是告知设备光盘上所录制信号的内容,例如播放前的静噪、目录号、段头、段尾、总的播放时间、总的音乐轨迹数量以及常用的其他信息,使 CPU 能对播放设备进行有效控制和在面板的显示器上显示目前的工作状态。其中光盘总的播放时间和音乐轨迹序号(或曲目数)构成光盘内容目录表(TOC),目录表是 VCD、DVD 机播放光盘所必备的信息,通常在播放曲目之前在电视屏幕上向使用者显示。

子码位于每帧的数据流之后、“帧同步信号”之前。加入子码后,一帧信息为 33 个字节,共计 264 bit。

4. 进行 EFM 调制

光盘上的信息并不是凹坑、凸岛分别代表 **1** 或 **0**,而是坑的前后沿即突变部分代表 **1**,坑或岛的长度均代表 **0** 的个数。使用这种方法是因为能充分提高光盘存储容量和有效地读取信号。

为了使光盘易于识读,光盘上的坑或岛不能太短也不能太长,因此规定最小坑长为 **1001**,两个 **1** 之间至少也要有两个 **0**;最大坑长为 **100000000001**,两个 **1** 之间最多只能有 10 个 **0**。

一个字节即 8 位的二进制数,共有 256 种组合,若将不符合上述规定的组合撤除掉,就没有 256 种组合了。人们发现 14 位二进制数的 16 384 种组合中,有 267 种能满足 EFM 调制的信息特点。因此就从这 267 种组合中选出 256 种,使 256 种 14 位二进制码与原来 8 位二进制码一一对应,就形成了 EFM 变换表,如表 1.2 所示。EFM 调制电路就按照这个变换规则,将每 8 位二进制数均转变为 14 位二进制数记录在光盘上,从而有效地实现了易于读盘。设备读盘之后再把每 14 位变回到 8 位,即可恢复原信号。

经过 EFM 调制后,33 个 8 比特的字符变成了 33 个 14 比特的字符。但是,每两个字符之间也要满足这个要求,即当上一个 14 位数据以 1 结尾,而下一个 14 位数据又以 1 开始时,在记录信号中仍然会出现连续两个 1 的情况,为了消除这种情况,VCD 信息就在每两个 14 位数据字之间加入 3 个 bit 的耦合位(或称并入位),以便分界。在 DVD 信息中,耦合位为两个 bit。耦合位在播放设备中无其他作用。

表 1.2 EFM 变换表

序号	8 位	14 位
0	00000000	01001000100000
1	00000010	10000100000000
2	00000011	10001000100000
3	00000100	01000100000000
4	00000101	00000100010000
5	00000110	00010000100000
⋮	⋮	⋮
11	00001011	10001001000000
12	00001100	01000001000000
13	00001101	00000001000000
14	00001110	00010001000000
15	00001111	00100001000000
⋮	⋮	⋮
24	00010000	01001000010000
25	00010001	10000000010000
⋮	⋮	⋮

综上所述,每一帧信息包括 $14 \text{ bit} \times 33 + 3 \text{ bit} \times 33 = 561 \text{ bit}$ 。

将未经 EFM 调制的信息称为数据位,已经 EFM 调制的信息称为通道位。

5. 最后加入帧同步信号

最后,还要插入帧同步信号。帧同步信号完全不同于光盘上所有其他数据信息,它由 24 位数字组成:100000000001000000000010。它的前后也有耦合位。帧同步信号的作用有两方面:① 标示帧与帧之间的分界线的信息,送给 CPU,以利进行同步控制;② 根据每秒钟读出的帧同步信号的数目得知目前光盘转速,进行光盘转速控制。

经上述分析,送到激光头刻录器上的数据信息,一帧内共计 588 bit。

光盘上每帧的数据位和通道位如表 1.3 所示。

表 1.3 每帧的数据位与通道位

帧信息	数据位	通道位
音频数据	$24 \times 8 = 192 \text{ bit}$	$24 \times 14 = 336 \text{ bit}$
奇偶校验位	$8 \times 8 = 64 \text{ bit}$	$8 \times 14 = 112 \text{ bit}$
控制、显示位	$1 \times 8 = 8 \text{ bit}$	$1 \times 14 = 14 \text{ bit}$
并入位		$34 \times 3 = 102 \text{ bit}$
帧同步位		24 bit
合计	264 bit	588 bit

VCD 信号的记录格式:

已经知道了信息刻录的工作过程,即可得到如下数据:

- (1) 帧频: $f_z = (44\ 100/6) \text{ Hz} = 7\ 350 \text{ Hz}$
- (2) 帧周期: $T_z = 1/f_z = 0.136 \text{ ms}$
- (3) 读取点恒线速度: $V_0 = 1.3 \text{ m/s} (1.2 \text{ m/s} \sim 1.4 \text{ m/s})$
- (4) 帧长度: $L_z = V_0/f_z = 0.177 \text{ mm}$
- (5) 位长度: $L_v = 177 \text{ } \mu\text{m}/588 = 0.3 \text{ } \mu\text{m}$
- (6) 最短坑长(即 **1001**): $0.3 \text{ } \mu\text{m} \times 3 = 0.9 \text{ } \mu\text{m}$
- (7) 最长坑长(即 **100000000001**): $0.3 \text{ } \mu\text{m} \times 11 = 3.3 \text{ } \mu\text{m}$
- (8) 位频率: $f_v = 7\ 350 \text{ Hz} \times 588 = 4.321\ 8 \text{ MHz}$
- (9) 扇区: 又称帧组, 由 98 个帧构成。每秒 75 个扇区。

1.4 数字信号压缩的基本知识

1. JPEG 静态图像压缩技术

JPEG 原意是“静态图像专家组”,该组织负责制定了静态的数字图像数据压缩编码标准,并且成为国际上通用的标准,称为 JPEG 标准。静态图像是指静止的画面,因此静态图像压缩又称为静画压缩。静态图像在电视图像中为电视画面的一帧。

任何一个信息,其表达信息的方式是多种的,例如,一个正弦波,可以用画波形的方式表示,也可以用正弦函数 $U_m \sin \omega t$ 表示,如果表示为极坐标的方式 V/θ° ,写法就简单多了。JPEG 压缩方法本质上就是找到了一种特别简单的表达方式,这种表达方式可以使 bit 数很少。

2. MPEG 动态图像压缩技术

MPEG 原意是“动态图像专家组”,该专家组研究制定了动态数字图像压缩的办法。动态图像是指画面内容连续变化的图像,因此动态图像压缩又称为动画压缩。动态图像在电视图像中为电视画面中帧与帧之间的关系。

动态图像压缩的过程是利用各帧之间图像的相关性删除相同图像区域。具体做法是,将图

像分解成 16×16 像素的块,称为“宏块”,相邻的几帧图像进行比较,各帧如果有相同的宏块,只保留一块,其余都删除,删除处作出表示“保留”和“删除”宏块的位置不同的“移动矢量”,这就大大节约了 bit。在 VCD、DVD 机播放进行解压缩时,利用移动矢量找到保留的那个宏块,进行复制,弥补到删除处,就还原了压缩前的图像。

动态图像专家组依据 MPEG 动态图像压缩技术,结合 JPEG 静态图像压缩技术,制定的工业标准称为 MPEG 标准。VCD、DVD 机内解压缩电路是按照 MPEG 标准进行工作的。解压缩电路的工作过程是信息表达方式逆变换和大量复制宏块的过程。

由于压缩信号在 VCD、DVD 设备中的解码(解压缩)是在大规模集成电路内进行,具体工作过程已经没有必要详细了解,因此不再赘述。

3. MPEG 压缩的几个标准

MPEG 压缩标准中目前公布的有 MPEG-1、MPEG-2、MPEG-3、MPEG-4 四个压缩标准。

PAL 制电视画面在显示的时候为每秒钟 25 帧,若影碟机送来的数据率很高,则每帧的像素就很多,像素面积就能够很小,画面就细致。因此,各 MPEG 标准的根本差别在于数据传输、处理的比特率不同,从而造成图像的质量不同。

MPEG-1 标准。对数字信号进行一定处理,使传递数字活动图像和伴音的传输率不超过约 1.5 Mbps。目前有 VCD、DAT(数字录音机)、计算机光驱等仍采用该标准。MPEG-1 标准的图像质量相当于 VHS 家用录像机的质量,清晰度约 250 线。在 VCD 机中,比特率一般情况下不高于 1.5 Mbps,最大时为 1.86 Mbps。

MPEG-2 标准。对数字信号进行一定处理,使传输码率限制在 $2 \sim 10$ Mbps 以下。它是按照广播电视专业图像质量标准制定的,一般要求能兼容 MPEG-1 标准,用于 DVD 影碟机、数字录像机、CATV。因为它采用了可变编码比特率(VBR)技术,传输码率是一个范围。

MPEG-3 标准。对数字信号进行一定处理,要求比特率最高为 40 Mbps,符合该标准的图像质量与即将在我国推广的数字电视机相当。MPEG-3 标准后来已纳入 MPEG-2 之内。

MPEG-4 标准。它是低比特率的音像编码标准,适用于 64 Kbps 以下的传输速率网络,在公众电话网络 PSTN 上传输基本不动的图像,例如可视电话等。如何使用 MPEG-4 标准来传送高质量的画面是目前研究的一个热门课题。

4. VCD 和 DVD 的图像参数

(1) VCD 图像参数

MPEG-1 标准要求比特率为 1.5 Mbps,其中图像数据的比特率一般在 $1.15 \sim 1.20$ Mbps,其余 $0.3 \sim 0.35$ Mbps 为声音数据。大家知道电视视频信号的带宽为 6 MHz,电视信号数字化时的取样频率高于 12 MHz,如果要求 VCD 机满足 MPEG-1 标准达到数据传输率低于 1.2 MHz 是无法实现的。为了满足现有设备的数据传送速度,VCD 采用了降低图像清晰度的办法,将模拟视频的亮度信号的最高频率从 6 MHz 降低为 3.1 MHz;根据大面积着色原理,色差 Cr、Cb 带宽限制为 0.5 MHz(与家用 VHS 录像机相当)。由亮度信号的带宽 3.1 MHz 可知,可以选 $13.5 \text{ MHz}/2 = 6.75 \text{ MHz}$ 为亮度信号的取样频率;对两个色差信号交替取样,频率为亮度取样频率的 $1/2$ 即 3.375 MHz。对每一个色差信号来说,取样频率为 1.687 5 MHz。图像信号数字化后,再根据数字信号压缩技术减小数据量。

显而易见,VCD 的图像质量不细腻,较粗糙。由亮度信号频率已经减半可知,广播电视级标

准的每行像素数和每列像素数均应减半,即总的像素数降为广播电视级标准的 1/4,称为 (1/4)DI。这样就确定了 VCD 图像参数标准,参见表 1.4。从表中知,每帧 Y 信号的像素数为: 352 × 288;两个色差信号的像素数根据大面积着色原理各为 176 × 144。即每帧像素数是光栅显像点数的 1/4,相邻两行两列共 4 个显像点就对应一个像素面积;每个色差信号的像素面积也是亮度信号像素面积的 4 倍。

表 1.4 VCD 图像参数标准

参数 \ 制式	PAL(625/50)	NTSC(525/60)
取样频率	亮度 Y:6.75 MHz	色差 Cr,Cb(总)3.375 MHz
每帧亮度像素	352 × 288 像素/帧	352 × 240 像素/帧
每帧色度像素(每色差)	176 × 144 像素/帧	176 × 120 像素/帧
像素传送速度	3.801 6 Mpx/s(每像素 8 比特)	
码率	30.412 8 Mbps	
码率为 1.2 MHz 时的压缩率	约为 26	

由亮度和色差的像素数量就可计算出 MPFG - 1 标准的压缩比,对于 PAL 制有:

像素传送速度 = $[(352 \text{ 像素/行} \times 288 \text{ 行/帧}) + (176 \text{ 像素/行} \times 144 \text{ 行/帧}) \times 2] \times 25 \text{ 帧/秒} = 3.801 6 \text{ 兆像素/秒(Mpx/s)}$

进行 8 比特量化后的码传输速率 = $3.801 6 \times 8 \text{ Mbps} = 30.412 8 \text{ Mbps}$,为了满足现有的 1.2 Mbps 的码率,就采用了压缩技术,以减少数据量,其压缩比 $CR = 30.412 8 / 1.2 = 25.3$ 。由于增加了一些辅助码,实际的压缩比要大一些。

上述分析是以 PAL 制式画面为例进行分析和计算的。对于 NTSC 制式画面,读者可以根据表 1.3 中的 NTSC 数据作类似分析。

(2) DVD 图像参数

DVD 选用的模拟亮度信号 Y 的带宽为 6 MHz,色差信号 Cr,Cb 的带宽为 1.3 MHz,确定亮度信号的取样频率为 13.5 MHz;对两个色差信号交替取样,总频率为亮度取样频率的 1/2,即 6.75 MHz。

表 1.5 是隔行扫描制 DVD 影碟机执行 MPEG - 2 标准的图像参数,从表中可以看出,亮色信号取样频率为 VCD 的 2 倍,亮色每帧像素数、像素传输率、码率均约为 MPEG - 1 标准的图像参数的 4 倍,其基本原理与 VCD 是一致的,不再赘述。

通过上述分析,可以看到 VCD 图像参数有一个很有趣的现象:在一帧电视画面的 576 条行扫描线上,排列着 288 条亮度像素,即第一行扫线和第二行扫线的图像内容是相同的;第三行扫线和第四行扫线的图像内容是相同的……依次类推。可以得到,一帧内的奇、偶两场的信息内容实际上是相同的。也就是说,VCD 每秒产生 25 个相互不同的画面,每个画面重复地送出两次称为两场,形成电视的每秒 50 帧画面。而 DVD 就不同了,它能够每秒产生 50 个相互不同的画面,作为电视的 50 场图像显示。