

VCD SVCD DVD 机

原理与维修实用读本

於志根 主编 徐宏 编著
张正贵 朱宁

人民邮电出版社

VCD、SVCD、DVD 机

原理与维修实用读本

主编 於志根

编著 张正贵 朱宁 徐宏

人 民 邮 电 出 版 社

图书在版编目 (CIP) 数据

VCD、SVCD、DVD 机原理与维修实用读本/於志根主编; 张正贵等编著. —北京: 人民邮电出版社, 1999.6

ISBN 7-115-07775-4

I.V…II.於…III.①激光放像机-理论②激光放像机-维修 IV.TN946

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (1999) 第 13886 号

VCD、SVCD、DVD 机原理与维修实用读本

- ◆ 主 编 於志根
编 著 张正贵 朱 宁 徐 宏
责任编辑 姚予疆
- ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号
北京密云春雷印刷厂印刷
新华书店总店北京发行所经销
- ◆ 开本: 787 × 1092 1/16
印张: 20.75 插页: 7
字数: 517 千字 1999 年 8 月第 1 版
印数: 1 - 8 000 册 1999 年 8 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-115-07775-4/TN·1478

定价: 29.00 元

内容提要

本书以翔实的内容介绍了 VCD 机的结构组成、工作原理,并对目前 VCD 机广泛采用的各种集成电路进行了详细解说。对目前流行的 SVCD、DVD 机的结构组成、特点和发展也进行了介绍,并以在全国 VCD 分等测试中获“优等品”的熊猫 VCD 的典型机型为例,分析阐述了常见故障的检修。本书还收集了 VCD 机主要电路的大量实测数据,以帮助维修人员准确、快捷地判断故障部位,丰富维修技巧。

本书内容理论与实用性相结合,讲解原理精辟透彻,资料权威翔实,通俗易懂,适合广大电子技术爱好者和 VCD 机维修人员学习使用,也可供从事 VCD、SVCD、DVD 等 AV 产品设计、生产研制的工程技术人员阅读。

前言

VCD 是激光数字视盘系统的初级产品, 它集激光存储技术和数字解压缩技术于一身, 与原有模拟视听产品 LD、VHS 录像机相比较, 性能价格比具有明显的优势。所以近年来在中国得到了迅速的发展, 市场销售量 1997 年已经突破 1000 万台, 目前在市场上仍占据较大的份额。为满足 VCD、SVCD 用户和电子技术爱好者对 VCD 技术学习和维修的需要, 我们出版了《VCD、SVCD、DVD 机原理与维修实用读本》。

本书以翔实的内容介绍了 VCD 机的结构组成、工作原理, 并对目前 VCD 机广泛采用的各种集成电路进行了详细解说。由于 VCD 仅仅是数字视盘机的初级产品, 它的技术还在不断发展, 所以本书还对目前流行的 SVCD、DVD 机的结构组成、特点和发展也进行了介绍, 并以在全国 VCD 分等测试中获“优等品”的熊猫 VCD 的典型机型为例, 分析阐述了常见故障的检修。本书还收集了 VCD 机主要电路的大量实测数据, 以帮助维修人员准确、快捷地判断故障部位, 丰富维修技巧。

本书内容理论与实用性相结合, 讲解原理精辟透彻, 资料权威翔实, 通俗易懂, 适合广大电子技术爱好者和 VCD 机维修人员学习使用, 也可供从事 VCD、SVCD、DVD 等 AV 产品设计、生产研制的工程技术人员阅读。

本书共分五章, 由於志根主编, 第三章和第四章的第二节由朱宁同志编写; 第四章第三节由徐宏同志编写; 第五章第一节由张正贵编写, 第二节由江国栋编写。在编写过程中, 得到了南京熊猫电子集团副总工程师程克宁同志的大力支持, 得到了熊猫电子数字化工程研究中心崔舜丽高级工程师及李立春、孙际平工程师的帮助。参加本书计算机录入工作的还有刘利陵女士, 在此一并表示衷心的感谢!

由于时间仓促, 加之作者水平有限, 书中疏漏和错误之处难免, 敬请读者批评指正。

编著者

目 录

第一章 VCD 系统概述 1

第一节 VCD 视盘机发展概述	2
一、CD 家族的分类	3
二、VCD 视盘的标准版本和由来	3
第二节 VCD 视盘机的技术特点	4
一、激光技术在 VCD 视盘机中的应用	5
二、声音和图像信号数字化	6
第三节 VCD 机的组成与播放	10
一、VCD 机的组成	10
二、VCD 机的播放动作过程	11

第二章 VCD 视盘机系统原理 12

第一节 图像信息的数字化	12
一、图像信息的数字化	12
二、CD 信号的 EFM 调制	18
第二节 数据压缩和 MPEG 标准	25
一、数据压缩	25
二、MPEG 标准概况	27
三、MPEG 视频数据的编码压缩	29
四、同步信息编码	33
五、音频压缩标准	33
第三节 误码检测和纠错	38
一、CD、VCD 误码类型及索罗门纠错码	38
二、CIRC 编码	39
三、C1 纠错系统	41
四、C2 纠错系统	44
第四节 CD、VCD 盘片	45
一、CD、VCD 盘片信息轨迹规格	45
二、信息轨迹和用户数据编码形式	46
三、光盘上记录的通道帧编码过程	48

四、信息区格式	49
五、CD、VCD 光盘的机械、几何特性	53
六、CD、VCD 盘片的制作过程	55
第五节 激光光路系统	58
一、盘片上数据的读出	58
二、激光束的聚焦	60
三、物镜和准直仪透镜	61
四、光检测器	63
五、聚焦误差信号的检测	64
六、跟踪误差信号的检测	68
第六节 伺服系统	72
一、VCD 伺服系统概述	72
二、激光二极管的 APC	73
三、聚焦伺服机构	74
四、跟踪伺服机构	77
五、进给伺服机构	81
六、主导伺服机构	83
第七节 数字信号预处理技术	84
一、前置放大器	85
二、数据选通电路	87
三、同步信号检测保护电路	89
四、时基校正	90
第八节 主要辅助电路	91
一、RF (射频) 变换电路	91
二、显示器	92

第三章 VCD 机常用元器件

第一节 解码芯片	97
一、CL48X 芯片	97
二、CL680 芯片	131
第二节 视频编码器	154
一、SAA7185	154
二、Bt852	162
第三节 音频 DAC	164
一、PCM1710	164
二、PCM1725	167
第四节 SRS 芯片 TDA7467	169
一、SRS 简介	169

二、TDA7467 引脚排列及内部框图	170
三、软件控制	172
四、电性能参数	174
第五节 卡拉 OK 混响芯片 PT2398	174
一、简介	175
二、PT2398 引脚排列及内部框图	174
三、引脚说明	175
四、典型电路	176
五、电性能参数	177
第六节 集成稳压开关电源	177
一、L4962 内部结构框图	177
二、引脚功能	178
三、典型应用电路	178

第四章 典型机型分析和实用数据

第一节 熊猫 2838、2858 型 VCD 影碟机	180
一、机型简介	180
二、整机组成	180
三、飞利浦 CDM1201 机芯和 CDC1203 机芯	183
四、系统控制电路	190
五、光盘上拾取 RF 高频信号的放大、整形和伺服处理电路	201
六、视频、音频信号处理电路	208
七、视频编码电路 SAA7185 和输出电路	214
八、音频 D/A 变换和输出电路	215
九、电源电路	216
十、2838 和 2858 电路比较	217
十一、VCD 的维修	217
第二节 熊猫 2820 型 VCD 影碟机	261
一、机型简介	261
二、整机组成	261
三、机芯电路	262
四、主系统控制电路	264
五、视频电路	267
六、音频电路	267
七、主要集成块实测参数	269
第三节 熊猫 2822 型数字影碟机	277
一、机型简介	277
二、系统构成	279

三、控制及解码电路	280
四、3.0 功能与光盘游戏	291
五、键控板及输出板	296

第五章 VCD 的技术发展..... 298

第一节 VCD 系统技术规范及其系统实现	298
一、数据类型	298
二、数据检索结构	298
三、应用程序	300
第二节 SVCD 特点及系统构成	308
一、SVCD 标准的由来	308
二、SVCD 的特点	309
三、SVCD 系统的构成	309
第三节 DVD 数字视频光盘机	311
一、DVD 的由来和特点	311
二、DVD 格式的产生	313
三、高密度大容量的盘片	317
四、MPEG-2 视音频压缩技术	320

第一章 VCD 系统概述

在信息社会里,作为固化、存储和交流信息的光记录、磁记录产品,一直是电子信息产品的重要支柱产业之一,20世纪90年代以来,由于超大规模集成电路、微处理机及数字信息编码技术的飞速发展,数字音像产品逐渐代替模拟产品进军家电市场,它的生产力和发展前景引起了极大震惊,巨大的家电市场需求促进了数字音像产品的产业化进程。VCD、DVD正伴随着信息产业革命的进程以迅猛的势头发展,成为信息产业的重要支柱。

VCD、DVD是数字视听光盘产品,VCD是数字化视盘系统的初级产品,应用MPEG-1数字压缩技术,在直径为120mm的光盘上记录74分钟的视听节目。与原有模拟视听产品LD、VHS录像机比较,性能价格比具有明显优势,并且和现有家电产品性能匹配,所以这几年,主要是在中国得到迅速发展,市场销售量从1994年的6万台开始,1995年上升到60万台,1996年600万台,1997年发展到1000多万台,并且还呈上升趋势。

该系统不仅具有LD影碟机的所有功能,画面清晰度高,背景噪声小,音域调整范围大于LD影碟机,音质与CD唱片相同,能使普通小型扬声器产生惊人的音响和超重低音功能,近年来,又在VCD音频处理电路加上SRS虚拟环绕立体声电路,使普通的左、右二路音响能产生AC-3环绕声效果。在价格上VCD整机已经降到1000多元/台。VCD碟片每张10元左右,这个价格是LD不可比拟的。和家用录像机比较,VCD以其图像质量和优越的音响效果使当今的模拟技术录像机大显逊色,因此在中国市场上从VCD一上市,就迫使录像机退出视听产品市场份额,让位于VCD系统。

进入1998年以来,中国大陆的VCD发展已从急速上升的混战状况过渡到名优品牌的崛起,功能质量提高的稳定发展期,继1997年年底原电子工业部委托国家广播电视产品质量监督检验测试中心对国内214家企业,232种型号VCD产品的常温性能、安全性、可靠性、电磁兼容性和环境适应性等质量特性进行了全面严格的检测评价,确立了熊猫、新科、万燕、先科、步步高、厦新、实达和松立八个VCD优等品品牌。在1998年春举办的DVD、VCD新品展示会上,又出现了中国DVD、VCD的联合体,熊猫、新科、康佳和华录四家成员正式公开亮相,优势互补、技术共享整体实力,在引导中国VCD行业的健康发展方面掀开新的篇章。

第一节 VCD 视盘机发展概述

光盘存储技术是 70 年代发展起来的一门新型信息存储技术。至 80 年代, CD 制音频唱片和唱机已形成工业化的大量生产, 同时也开发出用于电子计算机应用的只读式 (Read Only Memory, ROM) 和只一次写入多次读出式 (Write once and read many, worm) 数字光盘 (Optical Digital Data Disk, OD) 和光盘驱动器。数字光盘存储技术是涉及材料科学、光学和光电子学、精密机械、计算机控制和测试技术等领域的高技术。简单地说, 光盘存储技术是用具有很高相干性和单色性的激光束, 会聚到光衍射极限的斑点 (一般在 $1\mu\text{m}$ 以下)。在这个微光斑区使某种存储介质产生物理或化学变化, 从而使该微区的某种光学性质 (如折射率、反射率等) 与四周介质有较大反衬度。要存储的信息、模拟量或数字量用调制激光束载入 (写入过程)。而用另一激光来检测光信号, 经过解调取出信息 (读出过程)。显而易见, 与磁存储技术相比, 光存储具有以下优点:

(1) 存储密度高

光盘的信息轨迹道密度为 $600\sim 1000$ 道/mm, 比磁盘高几十倍, 因此一张直径为 120mm 的光盘能存储 650MB (兆字节), 为目前硬磁盘的几十倍, 软磁盘的几百倍。

(2) 存储寿命长

只要光盘存储介质稳定, 寿命一般在 10 年以上, 而磁存储的信息一般只能保存 2 ~ 3 年。

(3) 非接触式读写信息

光盘机中光学头与光盘间距约有 1 ~ 2mm, 光学头不会磨损和划伤盘面, 因此光盘可无数次读取信息。

(4) 信息的信噪比 (S/N) 高

S/N 为信号载波电平与噪声电平之比, 以分贝 dB 表示。光盘 S/N 均能做到 50dB 以上, 且多次读写后不降低。因此, 光盘多次读出的音质和图像清晰度是磁带和磁盘所无法比拟的。

80 年代是以 CD 为基础的各种 CD 媒体争奇斗艳的年代。人们充分利用激光盘系统不接触读出、操作简捷、高密度大容量的优点, 利用先进的编码技术、超大规模 IC 技术、数字伺服技术, 先后开发出了 CD-V、CD-G、CD-ROM、CD-I、CD-BGM、CD-MIDI、CD-WO、CD-R 等, 形成了一系列 CD 产品。使光盘不仅能用于记录声音、图像、还可用来记录图形、文字、数据资料等, 使光盘 (CD-ROM) 广泛用于文档管理、计算机软件、电子出版物等领域。

90 年代由于数字信号处理技术和短波长激光器的突破性进展, 再加上 IC 的超微细加工技术的进步, 人们利用图像和声音信号压缩技术, 开发出了结构尺寸与 CD 完全一样, 却可记录 74 分钟压缩的活动图像和伴音的 VCD, 其质量水平超过了 VHS 家用录像机。

VCD 系统的信号压缩采用 ISO1992 年制订的 MPEG-1 标准; 数据结构采用 1994 年飞利浦、索尼、松下、JVC 联合发表的白皮书, “VCD 视盘系统规范” 规定了数据记录到盘上

的调制、编码、纠错采用与 CD 系统相同的格式。

VCD 是第一代完全采用数字技术的激光视盘，其图像清晰度虽然还赶不上原来的激光视盘 LD，但它毕竟是从模拟到数字的一次飞跃，而且通过图像信号压缩技术，将最长达 74 分钟的数字化活动图像和伴音信息压缩到一张单面的 12cm 直径（厚 1.2mm）CD 盘上，这比尺寸大得多的 LD（直径 30cm、厚 2.0mm，双面记录 60MIN×2）使用起来要方便得多，成本也低得多，一般一张 VCD 盘的价格为 LD 的 1/6 左右。因此，VCD 在 LD 还未普及的中国和周边地区得到飞速的发展。

一、CD 家族的分类

CD 是 compact disc（小型唱片）的缩写。音频 CD 媒体最初是重放乐曲信息的，但各种应用媒体不仅以数字方式记录音频信息，而且同样以数字记录格式实现了字符、图像和计算机程序的记录，还实现了可录 CD 格式。CD 媒体可概括地分成以下 5 种类型，它们各自的规格在以颜色命名的标准中给出。

音频重放 CD-----红皮书（1981）；

数据读出 CD-----黄皮书（1985）；

交互 CD-----绿皮书（1986）；

可录 CD-----橙皮书（1989）；

数字活动图像 CD-----白皮书（1993）。

1. 音频重放 CD

自从音频 CD（最早的 CD）规格（红皮书）在 1981 年制定以后，产生了各种各样的 CD 家族的应用媒体。音频重放 CD 是由音频 CD 标准扩展而产生的，它可以重放静止图像和模拟活动图像，包括仅作音乐用的 CD-DA，重放静止图像用的 CD-G，重放短时间模拟活动图像用的 CD-V 等。

2. 数据读出 CD

数据读出 CD 用作计算机的只读存储器，包括 CD-ROM XA 等。8cm CD-ROM 也适于作电子图书（EB）。

3. 可录 CD

可录 CD 能够记录和重写，包括 CD-R、照片 CD（photo CD）等。

4. 交互 CD

交互 CD 是具有交互功能的数据读出 CD，即 CD-I。将其标准（绿皮书）扩展就实现了可以记录数字活动图像的 CD-IDV。

5. 数字活动图像 CD

数字活动图像 CD 可以播放采用数据压缩技术的数字活动图像，包括卡拉 OK 用的卡拉 OK CD 和 AV 用的 VIDEO CD。

二、VCD 视盘的标准版本和由来

数字活动图像 CD 的标准包括以下两种，卡拉 OK CD（将压缩的数字活动图像用于卡拉 OK 的 CD）和 VCD（可以将压缩的数字活动图像用于 AV 的 CD）。

1. 卡拉 OK CD

早期的 CD 是为数字音频用途而开发的, 所以不能进行信息量比音频数据大 100 倍的数字活动图像(视频数据)。但是高性能编码技术的开发, 使信息量压缩并将数字视频和音频信息放入 CD 成为可能, 数字活动图像 CD 的标准采用了标准化的高性能编码技术 MPEG - 1, MPEG - 1 也用于 CD-IDV。

带有用 MPEG - 1 编码的活动图像的 CD 用于卡拉 OK 是最合适的, 标准化的目的开始时就是为卡拉 OK 用的。因为卡拉 OK 现已变成一个国际通用的术语, 故此种 CD 便称为卡拉 OK CD。卡拉 OK 盘结构符合 CD-ROM XA 形式(form) 1, 文件管理遵循 ISO9660 格式。将数字活动图像记录在 CD 上的标准就是此白皮书, 卡拉 OK CD 标准等于白皮书的 1.0 版本。白皮书被修订成 1.1 版本, 后来就作为 VCD 的标准。

2. VIDEO CD (VCD)

随着卡拉 OK CD 标准的数字图像 CD 的实用化, 广泛开发此标准的应用范围, 卡拉 OK CD 标准(1.0 版)被修订变成 VCD 标准。在 1993 年, VCD 标准由 SONY、Phillips、Panasonic 和 JVC 制定了标准“CD Digital Video”。

(1) VCD 标准版本

VCD 标准 1. 1 版本是在卡拉 OK CD 标准(1.0 版本)上加上索引功能形成的, 此索引功能将一条轨迹分成若干部分。

VCD 标准 2.0 版本是在 VCD 标准 1.1 版本加上高清晰度静止图像播放功能、重放控制(PBC)功能和 16bit 音频重放功能。

(2) 2.0 版本是 1.1 版本加上以下功能

- 高清晰度静止图像播放: 一张盘上最多有 2000 幅高清晰度(704×576 像素, PAL 制)静止图像。PBC(playback control: 重放控制)功能: 这种与软件结合的功能能够实现边看屏幕菜单边进行交互转移播放。

- 高质量数字声: VCD 活动图像的伴音采用的是按 MPEG 压缩的音频信号。在 2.0 版本中, 可以记录和 CD-DA 一样的 16bit 音频数据。因此, 存储 16bit 音频信号的 2.0 版本的 VCD 盘片可以在 CD 唱机上播放 16bit 音频区的音乐。

(3) 编码

视频信号用 MPEG-1, 音频信号用 MPEG-1 或 MPEG-2。自然的活动图像数据被压缩到大约 1/100, 其图像质量(352×288 像素, PAL)类似于 VHS 录像带。音频被压缩到大约 1/6, 其声音质量类似于 DCC(数字盒式磁带录音机)。

第二节 VCD 视盘机的技术特点

VCD 视盘机是在影碟机(LD)和 CD 唱机的基础上发展而来的, LD 成功地把激光技术应用于电视图像的刻录和读取, 激光技术使盘片的记录密度和可靠程度是原来机械槽纹式盘片技术无可比拟的, 但是这种激光影碟机是模拟式的。CD 唱机是应用数字音响技术的光盘机, 用通信中早已应用的 PCM 脉冲编码调制技术来代替传统调制方式, 从而解决了磁带

录音机和唱机音域范围小、信噪比差的薄弱环节，完成了音响技术中最有意义的数字化革命。

但是这种 PCM 调制方式，其带宽必须为原信号带宽的 30 倍，所以用来记录音频信息尚可以，要来记录重放视频图像，其系统带宽就望尘莫及了。数字 PCM 编码用于活动视频图像，是在 MPEG 数字压缩技术的成熟应用以后，才产生 VCD 视盘机。因此激光技术、数字技术和数据压缩、解压缩处理技术是 VCD 机的三大技术特点。

当然要将上述三大技术能廉价地应用于家电产品中，还得益于 90 年代超大规模集成电路的发展，高性价比的微处理技术和精密机械技术的发展，才使 VCD 机进入千家万户的普通家庭。

一、激光技术在 VCD 视盘机中的应用

激光，从它诞生至今只有 30 多年，是一门还在成长发育中的新技术。激光是物质分子受激发射的一种频率单一的光波，它有许多普通光所不具备的特点，使它在现代科学技术中得到广泛的应用，激光视盘机只是它的其中一项。

1. 激光的单色性

人们感觉到不同的颜色，正是不同波长的光作用在眼睛的视网膜上所引起的不同反应，可见光的波长范围是 $0.4\sim 0.76\mu\text{m}$ 。波长长于 $0.76\mu\text{m}$ 的光叫做红外光或红外线，波长短于 $0.40\mu\text{m}$ 的光叫做紫外光或紫外线。红外光和紫外光是肉眼看不见的，但是，从红外光到紫外光这个光波（或称为热辐射）范围内，也常延用可见光的一些名称。

单色光是指波长范围很小的一段电磁波，一般小于万分之几个微米。波长范围越小，即谱线宽度越窄，单色性就越好。激光器发射出的是高强度的单色光，这也是激光区别于普通光源的一个重要特点。激光器和其它单色光源不同之处在于，它是依靠其内部运动的规律性，使光能在光谱上强烈地集中起来。自然光是具有各种不同波长光波的集合体，而激光却是单一波长的光，因此，激光具有单一的颜色，例如氦—氖激光，其波长为 $0.63\mu\text{m}$ ，呈现出红色。

2. 激光的方向性

激光光束的指向性很强，即使经过相当长的距离之后，它仍然维持细小的光束而不散开，激光的指向性很高的原因是光在共振腔中共振的结果。受激辐射出的光子在频率、相位甚至偏振方向上都是一致的，由于激光是在空间相位上一致的光，从而具有直进的性质，即相当锐敏的方向性。在直径为 1mm 出口的氦—氖激光器中发射出的激光，在射出 100m 远的地方，光束散开的宽度也不到 6cm 。

3. 激光的聚焦

把凸透镜置于阳光下，在距离等于透镜焦距的地方，太阳光（平行光线）被聚焦到一点。只要有此经验的人们都会知道，那个聚焦点仍然有相当大的几何尺寸，这就是说透镜聚焦不能使光线聚焦到无限小的程度。目前在激光唱机和激光影碟机中，采用了近乎理想的光学系统，使用激光作光源把光束收敛部分聚焦到 $1\mu\text{m}$ 左右。正是由于激光具有优良的聚焦特性，也才开拓出它在光盘机系统中广阔的应用天地。

4. 激光的相干性

普通光源中，各发光中心相互独立，相互之间基本上没有或很少有相位联系，因此，很难有恒定的相位差，对于激光器来说，各发光中心是互相关联的，可以在较长时间内存在

恒定的相位差，而且频率相同（即单色性），所以激光的相干性很好。

激光的单色性使 VCD 视盘机应用激光束射向光盘镜面获得反射光获取光盘信息时，光束不扩散，因此只要用很细的光束，很小的功率就能达到该目的。

激光的良好聚焦和相干特性使它在光盘机上应用时聚焦的光点很小且稳定，允许光盘上刻录的信息轨迹很细，单位面积记录信息量就很高。当然激光聚焦点的大小还和激光的波长有关，目前 VCD 技术所使用的波长是 $0.78\mu\text{m}$ 红外激光，聚焦点直径约 $1\mu\text{m}$ 左右。VCD 盘片轨迹间距减少到 $1.6\mu\text{m}$ ，约为密纹唱片的 60 分之一。

二、声音和图像信号数字化

1. 音频信号数字化的由来

自然界的声音和音乐是各种各样的，它们都是模拟信号，分析它们可以用一些物理量去表征它们，这些物理量中最重要的是频率和电平两个物理量。频率反映了声音的音调，电平反映了声音强弱。音乐的频率范围是相当宽的，但人类的耳朵一般对低于 20Hz 和高于 20kHz 的声音听不见，因此对录放设备录放音乐信号的频率范围（频率响应的频率宽度）的要求是从 20Hz 至 20kHz 。电平在这里是反映音量大小的物理量，该物理量的单位为 dB（分贝），管弦乐的峰值电平，最大为 120dB ，平均为 114dB 。如果把最小电平值定为 0dB （寂静无音），把最大和最小之差称为动态范围，则动态范围为 120dB ，交响乐的动态范围会超过这个数。因此对录放设备不仅要求不失真地录放 0dB 的信号电平，还要求不失真地录放 120dB 或更高的信号电平。在数字音响设备诞生之前，主要有两种音乐录放设备，一种是电唱机（LP），另一种是磁带录放机（ATR）。电唱机是采用机械方式把音乐刻录在唱片上，重放时利用唱针在唱片的纹槽中振动还原成音乐。磁带录放机是采用模拟方式，把音乐变成电信号，再利用磁头把电信号转换成磁信号记录在磁带上，重放时再采用逆变换还原成音乐。这两种设备要想把随时间的强弱变化超过 120dB 的音乐（称为音响信号）记录下来几乎是不可能的。磁带录音机动态范围不会超过 50dB ，另外，这两种设备的信噪比较低，信噪比是额定的信号电平与噪声电平之比。不论是在电唱机中还是在磁带录放机中，重放信号的质量在很大程度上取决于唱针和唱片或磁头和磁带的相对速度，如果电机稍微有一些旋转不均匀，重放信号就会产生抖晃失真，抖晃会使声音浑浊不清，严重时使声音变得颤抖。音量电平变化范围小、声音频响范围窄、信噪比不高以及抖晃失真是电唱机和磁带录放机的音质无法再提高的主要原因，采用数字技术以后可获得更高水准的音质，CD 技术就是这种数字音响技术和光盘技术相结合的产物。

数字化就是对信号进行数字处理的过程，数字处理与模拟处理是两种截然不同的处理方式。模拟信号是在时间轴上连续变化的信号，信号经放大衰减、压缩扩展、整流检波、调幅调频和解调等处理后，信号的幅度或形状发生了变化，但随时间而连续变化的特点不会改变，连续变化是模拟信号的基本特征。数字信号，简单地说就是由 0 和 1 构成的信号。0 和 1 可以用开关的开和关，脉冲的有和无等来表示。在对信号的数字化处理方式中，无脉冲时为 0，有脉冲时为 1，数字信号只有 0 和 1，对它运算采用二进制。以 0 为基础，加 1 为 1，再加 1（即第 2 个 1）为 10，即逢二进一，若再加 1，则为 11。

数字化可以大幅度提高音响信号的音质，在数字信号中，脉冲的幅度已不像模拟信号那样重要了，因为数字电路处理的是脉冲的有无，只要脉冲幅度达到能识别的电平值即可。

电机旋转不匀产生的抖晃在数字信号中表现为脉冲的上升沿和下降沿在时间轴上的抖晃，只要利用同步时钟加以判断，就可以知道脉冲的上升沿和下降沿的时间是否准确，然后利用存储器消除其时间误差，便可完全消除抖晃。无论是那种模拟方式系统，在记录音响信号时，都不可避免地会引入失真、噪声和因电机旋转不匀而产生抖晃，重放时还会在此基础上再加大失真、噪声和抖晃，使音质变差。这在模拟方式中是无法完全消除的，因而也就无法完全恢复原始信号。

数字方式由于把模拟信号变换成了数字信号，即变换成序列的脉冲信号，这些脉冲信号变化的只是脉冲的宽窄，而脉冲的有无并未改变，所以即使引入了噪声和抖晃，也可以完全消除。噪声引入后，脉冲波形便不平整，使用限幅器可以轻而易举地将脉冲波形切平整形成规则的形状。

对于动态范围，由于数字信号是等幅的一序列脉冲信号，模拟信号幅度大小的变化已转换成了二进制数字信号，二进制的位数越多，能表示的幅度范围就越大，例如 4 位可以表示 16 个等级，8 位可以表示 256 个等级，CD 采用 16 位表示二进制数，可以 65536 个等级。该动态范围若用 dB 表示，则为 96dB。若再增加二进制的位数，动态范围还可以增加。因此，根据系统的要求可以设计出符合要求的动态范围等级。

数字设备具有极高的可靠性和稳定性，因为数字信号对元器件与电路稳定性的依赖程度降低了，电路只要能区别脉冲的有无即可。增加数字的位数即可达到高精度。数字化还有其他一些优点：如便于用计算机来处理数字信息和进行各种控制；数字信号可以长时间地存储；电路便于大规模集成化等。这对促进数字音响设备的发展起了重要的作用。

2. 音频信号数字化的过程

把模拟信号变为数字信号的过程叫数字化，数字化包括对原信号的采样、量化和编码三个过程。

采样就是采集样本，在这里就是对模拟信号进行分段，取分段点的信号电平值，这一系列的信号电平值就是代表模拟信号的样本值。用这些离散的样本值替换原来连续信号波形的操作称为采样（sample）。数字处理技术中，用采样频率来表示采样点的多少，采样频率越高，获得的采样点就越多，采样频率决定了重现波形的精度。理论研究和实验证实，只要采样频率大于被数字化的信号最高频率的 2 倍就能忠实地还原原信号，音响信号的上限频率是 20kHz，采样频率就必须在 40kHz 以上。在制定 CD 方式时，应用 44.1kHz 的采样频率是合适的。

模拟信号在时间上是连续变化的量，但通过采样后获得的电平值很可能不是整数，把每一个采样值归并到某一个临近的整数值，这就是量化。

用二进制码表示一个量化级，所能表示的量化级的总数为 $M=2^n$ ，式中 n 为二进制码的位数。经量化后，量化值与采样值之间产生了误差，该误差称为量化误差。量化误差对信号来说是量化噪声，量化噪声的大小取决于量化级的多少，也就是二进制位数的多少，位数越高，量化等级就分得越细，量化噪声就越小。各种信号量化噪声的信噪比（S/N）由下式确定：

$$S/N = 6n + 4.77 - m \text{ (dB)}$$

式中 n 为二进制的位数， m 是由信号的统计性质决定的常数。增加位数就能成比例地改善信噪比。当 $n=16$ ，处理的是正弦波信号（ $m=3.01$ ）时，信噪比为：

$$S/N = 6 \times 16 + 4.77 - 3.01 = 97.76 \text{ dB}$$

动态范围: $20 \log 2^{16} = 96 \text{ dB}$

当采样频率选定为 44.1kHz , 量化数选定为 16 位, 对立体声音响信号 (左右两声道) 进行数字化时, 每秒钟要传送的表示脉冲有无编码的数量为 $44.1 \times 10^3 \times 16 \times 2 = 1.41 \times 10^6$ (bit/s), 也就是码率为 1.41 Mbit/s 。如果考虑到误码检出和误码校正用的码, 还要增加 20%~30% 的冗余脉冲, 则需要传送的码率约为 2 Mbit/s , 加上其他一些编码调制技术, CD 唱机要求设备的带宽必须在 $1 \sim 1.5 \text{ MHz}$ 。

3. 视频信号的数字化

在音频信号数字化的基础上, 来了解视频信号的数字化, 就容易一些, 因为它们处理的一些基本方式是相同的, 如采样保持、量化、编码 (统称为 A/D 变换) 等, 但由于视频信号自身的特点, 在数字化时又有其不同的特点。

视频信号由亮度信号和色度信号组成。亮度信号, 由从白到黑的不同灰度等级的信号和行场同步信号及消隐信号构成; 色度信号, 由色同步信号和调制在 4.43 MHz 色副载波上的两个色差信号构成。亮度信号加色度信号构成全电视信号。

视频信号进行数字化时, 有全信号数字化和分量数字化两种基本方式。在 VCD 中都是采用分量数字化方式。

4. 视频信号取样频率

(1) 亮度信号的取样频率

取样频率与被取样信号的带宽有关, 按照奈奎斯特取样定理, 取样频率至少应为信号上限频率的 2 倍。亮度信号的最高频率 6.5 MHz , 因此, 取样频率选为 13.5 MHz 。色差信号 (R-Y) 和 (B-Y) 的带宽应在 2 MHz 之内, 综合考虑的结果, 色差信号的取样频率定为 6.75 MHz 。

(2) 量化位数和码电平的分配

被处理信号的信噪比与量化位数有密切关系, 若被量化的信号是单极性电视信号, 信噪比可由下式计算:

$$S/N = 6n + 10.8 (\text{dB})$$

式中 n 为量化位数。对电视信号采用 8 位量化位数是较为合理的。经一次量化处理后, 其信噪比可达 59 dB 。家用录像机 VHS 的亮度 S/N 为 43 dB , 可见 8 位量化位数系统拥有的 S/N 设计容量是很高的, 大大超过 VHS 标准。

(3) 传输速率

传输速率是每秒钟传送码元的数目, 简称码率。数字信号的码率决定了信号处理和信息存取的速度, 在传输中决定了信道的容量, 也决定了对数字器件的速度要求。码率的计算比较简单, 它等于取样频率与量化位数之积。在分量数字化中, 亮度信号的取样频率为 13.5 MHz , 色度信号的取样频率为 6.75 MHz , 量化位数都为 8 位 (bit), 码率 $= 13.5 \text{ MHz} \times 8 \text{ bit} + (6.75 \text{ MHz} \times 8 \text{ bit}) \times 2 = 216 \text{ Mbit/s}$, 可见, 它比 CD 方式 (数字音频) 的码率高得多。

(4) 电视信号数字化标准

电视信号的数字化标准见表 2-1a。这是用于电视演播室的标准, 称为 CCIR601 号建议 4:2:2 标准, 它是电视信号数字化的主标准, 由 CCIR 于 1982 年 2 月规定为电视演播室数字编码的国际标准。分量编码的亮度信号与色差信号的取样频率为了适合各种场合图像质量的需要可以有不同的组合。上面介绍的 $Y:(R-Y):(B-Y) = 13.5 \text{ MHz}:6.75 \text{ MHz}:6.75 \text{ MHz}$ 被定为 4:2:2, 是根据电视演播室图像质量的要求而定的。如果将亮度信号和色差信号的