

中等职业教育国家规划教材(电子电器应用与维修专业)

VCD、DVD 原理与维修

专业主编 牛金生 主编 杜学寨 王 英
责任主审 李佩禹 审稿 邹炳强 王付华

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书系中等职业学校电子电器应用与维修专业系列教材之一,全书共分两篇。第一篇以 10 章的篇幅讲述了 VCD、DVD 影碟机原理及其常见故障分析与维修。其中,第 1~5 章讲解了 VCD 影碟机基础、整机组成与维修方法、机芯和电路的工作原理与维修;第 6 章详细分析了代表两大主流 VCD 机芯(飞利浦新型数码机芯和索尼数码机芯)的厦新 VCD-768 型和新科 SVD-280(Z)型影碟机整机电路,同时还介绍了 VCD 影碟机常见故障分析与维修方法;第 7~9 章讲解了 DVD 影碟机基础、结构组成与工作原理、整机电路分析及其常见故障维修方法;第 10 章讲述了 VCD、DVD 影碟机的选购、使用与维护常识。第二篇以 12 个技能训练强化练习 VCD、DVD 影碟机的正确使用与维护,整机电路结构认识,整机的拆装,常规测试方法以及常见故障的分析、模拟与维修,以巩固所学的理论知识。

本书可作为中专学校、职业高中、中等技校的专业教材,还可供电子电器应用与维修专业技术人员,各种影碟机技术培训班和从事影碟机生产、维修人员使用。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

VCD、DVD 原理与维修/杜学寨,王英主编. —北京:电子工业出版社,2002.6

中等职业教育国家规划教材(电子电器应用与维修专业)

ISBN 7-5053-7193-2

I. V… II. 杜… III. 激光放像机—专业学校—教材 IV. TN946.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 031684 号

责任编辑:徐晓光

印 刷:北京牛山世兴印刷厂

出版发行:电子工业出版社 <http://www.phei.com.cn>

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

经 销:各地新华书店

开 本:787×1092 1/16 印张:13.75 字数:352 千字 黑插:5

版 次:2002 年 6 月第 1 版 2002 年 9 月第 2 次印刷

印 数:7 000 册 定价:18.00 元

凡购买电子工业出版社的图书,如有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系。
联系电话:(010)68279077

前 言

为全面贯彻第三次全教会精神和教育部“关于制定职业高级中学的教学计划的意见”,适应电子信息技术和数字激光音视频产品高速发展对人才的需求,结合当前职业技术教育的特点,我们组织编写了这本书。

本书系统介绍了 VCD、DVD 影碟机的基础知识、使用与维护方法、各单元电路工作原理与维修,重点介绍了 VCD、DVD 影碟机典型电路原理分析、工作过程、典型故障分析与维修,并提供检修实例与方法,以达到举一反三的目的。

在编写此书时,力求做到深入浅出、通俗易懂、内容新颖、实用性强。在内容编排上,注重知识的系统性和先进性,把握好“必须”和“够用”两个度。在内容层次安排上,每章前有学习要点,每章后附小结和习题,便于巩固检测所学内容,符合教学规律。书的末尾安排了技能训练,有利于提高实际动手能力。全书教学课时为 105 学时,学时分配如下表所示。

学时分配表(供参考)

内 容	学 时 数	内 容	学 时 数
第 1 章	10	第 2 章	4
第 3 章	6	第 4 章	8
第 5 章	8	第 6 章	14
第 7 章	10	第 8 章	6
第 9 章	6	第 10 章	6
技能训练	16	机动学时	11
合计	105		

本书第 1,3 章由邱东编写,第 2 章由王英编写,第 4,5 章由李杰编写,第 6~10 章和技能训练由杜学寨编写。在本书编写中,得到了重庆市龙门浩集团职业高级中学卢家骥校长、余丁夫副校长、邹开跃主任,余永洪、叶生平、孙志元、王仁华等老师的大力支持与配合,同时,得到了重庆商社电器维修中心、重百电器维修中心、重庆市南岸区劳动局、新科电子集团等单位的大力支持。此外,还得到了重庆市教科所向才毅主任,褚建和老师以及重庆市电子电器中心教研组高级教师聂广林、曾祥富等大力支持,并提出了宝贵的意见和建议,在此对他们表示衷心感谢。

此外,在成书过程中,同时参阅了近两年的《电子报》、《家电维修》、《电子天府》、《无线电》等报刊杂志中相关技术文章,在此一并表示诚挚的感谢。

由于编者水平有限,时间仓促,书中错误和不妥之处在所难免,敬请广大师生和业内人士批评指正。

编 者
2002.1

目 录

第一篇 VCD、DVD 影碟机原理及其常见故障分析与维修	(1)
第 1 章 VCD 影碟机基础知识	(1)
1.1 激光影碟机的发展概述	(1)
1.2 数字化信号基础	(3)
1.2.1 模拟信号与数字信号	(3)
1.2.2 模拟信号数字化	(3)
1.2.3 数字化信号的优点	(4)
1.3 音视频信号的数字化	(4)
1.3.1 音频信号数字化	(4)
1.3.2 视频信号的数字化	(6)
1.4 MPEG1 编码原理	(7)
1.4.1 MPEG1 图像编码原理	(7)
1.4.2 MPEG1 音频数据压缩编码原理	(12)
1.5 MPEG1 解码器的工作原理	(12)
1.5.1 MPEG1 解码器的组成	(12)
1.5.2 MPEG1 图像解码原理	(13)
1.5.3 MPEG1 声音解码	(14)
1.6 VCD 光盘结构与数据格式	(15)
1.7 刻录原理	(16)
1.7.1 信道编码/调制和解调/解码	(17)
1.7.2 格式化编码和解码	(18)
本章小结	(19)
习题 1	(19)
第 2 章 VCD 影碟机的工作原理与维修	(20)
2.1 VCD 影碟机的结构与电路组成	(20)
2.1.1 电路部分	(20)
2.1.2 碟片驱动机芯部分	(21)
2.2 VCD 影碟机的工作原理	(21)
2.3 VCD 影碟机的维修概述	(23)
本章小结	(24)
习题 2	(24)
第 3 章 激光头	(25)
3.1 激光头的组成及工作原理	(25)
3.1.1 激光发射系统	(25)
3.1.2 激光头的其他结构	(27)

3.2	信号拾取原理	(28)
3.3	APC 电路(激光功率自动控制电路)	(29)
3.4	VCD 常用激光头工作原理	(30)
3.4.1	聚焦伺服电路	(30)
3.4.2	循迹伺服电路	(31)
3.5	激光头常见故障及维修	(32)
3.5.1	维修时的注意事项	(32)
3.5.2	激光头常见故障及检修	(32)
3.5.3	与激光头相关的伺服电路的维修	(33)
	本章小结	(35)
	习题 3	(35)
第 4 章	VCD 机芯工作原理与维修	(36)
4.1	飞利浦机芯组成及原理	(36)
4.1.1	机芯组成	(36)
4.1.2	托盘进出机构	(37)
4.1.3	光盘装卸机构	(38)
4.1.4	夹持器	(38)
4.1.5	光盘旋转机构	(39)
4.1.6	激光头进给机构	(39)
4.1.7	物镜机构	(39)
4.2	索尼机芯结构及工作原理	(39)
4.2.1	托盘进出机构	(40)
4.2.2	光盘装卸机构	(41)
4.2.3	进给机构	(42)
4.2.4	光盘旋转机构和光盘夹持器	(43)
4.3	VCD 影碟机机芯电路	(43)
4.3.1	飞利浦数码机芯电路	(43)
4.3.2	索尼数码机芯电路	(48)
4.4	VCD 影碟机机芯常见故障与维修	(51)
4.4.1	装盘并读盘过程	(52)
4.4.2	举例	(52)
4.4.3	飞利浦新型机芯伺服电路的几个关键点	(52)
	本章小结	(53)
	习题 4	(53)
第 5 章	VCD 影碟机解码电路及其他电路的原理与维修	(54)
5.1	MPEG1 解码电路原理与维修	(54)
5.1.1	MPEG1 解码基本原理	(54)
5.1.2	输出的数据模式	(55)
5.1.3	常用 MPEG1 解码电路简介	(56)
5.1.4	MPEG1 解码电路的维修	(58)

5.2	音/视频输出电路分析与维修	(59)
5.2.1	模拟处理方式视频电路	(59)
5.2.2	数字视频编码集成电路	(60)
5.2.3	音频 D/A 变换电路	(60)
5.2.4	视频电路的维修	(61)
5.3	系统控制与显示电路的原理与维修	(62)
5.3.1	系统控制电路的作用与组成	(62)
5.3.2	系统控制电路原理	(63)
5.3.3	显示电路	(64)
5.3.4	系统控制与显示电路实例分析	(64)
5.4	电源电路的原理与维修	(65)
5.4.1	万利达 VCD-N30 型机电源	(65)
5.4.2	锦电 JVD-2060 型机电源	(66)
5.4.3	电源电路的维修	(68)
	本章小结	(68)
	习题 5	(68)
第 6 章	VCD 影碟机整机电路原理与维修	(69)
6.1	厦新 VCD-768 型影碟机电路原理	(69)
6.1.1	电路组成及工作原理	(69)
6.1.2	整机电路分析	(71)
6.2	新科 SVD280(Z)型影碟机电路原理	(80)
6.2.1	整机简介	(81)
6.2.2	电路组成及工作原理	(82)
6.2.3	整机电路分析	(84)
6.3	VCD 影碟机常见故障与维修	(92)
6.3.1	VCD 影碟机各组成系统的故障特征及检测要点	(92)
6.3.2	VCD 影碟机工作流程及检修程序	(94)
6.3.3	故障检修实例分析	(96)
	本章小结	(98)
	习题 6	(98)
第 7 章	DVD 影碟机的基本原理	(99)
7.1	DVD 影碟机的产生与发展	(99)
7.1.1	DVD 的产生	(99)
7.1.2	DVD 的发展	(99)
7.2	DVD 影碟机的技术规格及特点	(100)
7.2.1	DVD 光盘	(100)
7.2.2	DVD 激光头	(101)
7.2.3	MPEG2 图像信号压缩技术	(101)
7.2.4	MPEG2 和杜比 AC-3 数字音频压缩标准	(101)
7.3	DVD 激光头及其工作原理	(102)

7.3.1 DVD 激光头的分类	(102)
7.3.2 DVD 激光头的组成	(104)
7.3.3 DVD 激光头信息读取原理	(106)
7.3.4 常见 DVD 激光头参数	(106)
7.4 DVD 光盘的结构、数据格式及刻录原理	(106)
7.4.1 DVD 光盘结构	(106)
7.4.2 DVD 光盘的数据格式	(109)
7.4.3 DVD 光盘的刻录原理	(109)
7.5 DVD 影碟机的组成与原理	(110)
7.5.1 DVD 机芯	(111)
7.5.2 DVD 影碟机的电路结构	(111)
7.5.3 DVD 影碟机的工作原理	(111)
7.6 DVD 影碟机的电路原理	(112)
7.6.1 伺服电路工作原理	(112)
7.6.2 视频信号处理电路	(112)
7.6.3 数字音频处理电路	(127)
本章小结	(128)
习题 7	(128)
第 8 章 DVD 影碟机典型电路原理分析	(129)
8.1 整机简介	(129)
8.2 电路组成及工作原理	(129)
8.2.1 整机组成	(129)
8.2.2 工作原理	(130)
8.3 RF 放大和数字信号处理电路	(131)
8.3.1 RF 放大电路	(132)
8.3.2 数字信号处理电路	(132)
8.4 伺服处理电路	(133)
8.4.1 聚焦伺服	(133)
8.4.2 循迹伺服	(134)
8.4.3 进给伺服	(134)
8.4.4 主轴伺服	(134)
8.5 视频信号处理电路	(134)
8.5.1 MPEG2 解码器	(134)
8.5.2 视频编码器	(136)
8.6 音频信号处理电路	(136)
8.7 系统控制与显示电路	(137)
8.7.1 系统控制电路	(137)
8.7.2 操作/显示电路	(140)
8.7.3 其他控制电路	(141)
本章小结	(143)

习题 8	(143)
第 9 章 DVD 影碟机的常见故障分析与检修	(144)
9.1 DVD 影碟机故障检修的注意事项	(144)
9.2 DVD 影碟机故障检修流程	(146)
9.2.1 DVD 影碟机的系统工作流程	(146)
9.2.2 DVD 影碟机常见故障检修流程	(148)
9.3 DVD 影碟机的故障检修实例分析	(150)
9.4 DVD 影碟机常用解码集成电路维修资料	(153)
9.4.1 L64020	(153)
9.4.2 ZiVAD6	(157)
9.4.3 MN67740	(161)
本章小结	(165)
习题 9	(166)
第 10 章 VCD、DVD 影碟机的选购、使用与维护	(167)
10.1 VCD、DVD 影碟机的特点	(167)
10.1.1 VCD 影碟机的特点	(167)
10.1.2 DVD 影碟机的特点	(169)
10.2 VCD、DVD 影碟机的选购	(171)
10.2.1 VCD 影碟机的选购	(171)
10.2.2 DVD 影碟机的选购	(172)
10.3 VCD、DVD 影碟机的连接与使用	(175)
10.3.1 VCD 影碟机的连接	(175)
10.3.2 DVD 影碟机的连接	(177)
10.3.3 VCD、DVD 影碟机的使用方法	(179)
10.4 VCD、DVD 影碟机的保养和维护	(183)
10.4.1 VCD、DVD 影碟机的保养	(183)
10.4.2 VCD、DVD 影碟机的维护	(184)
本章小结	(185)
习题 10	(186)
第二篇 VCD、DVD 影碟机的拆装、调测与维修技能训练	(187)
技能训练一 VCD 影碟机的正确连接、使用与维护	(187)
技能训练二 VCD 影碟机整体认识	(189)
技能训练三 VCD 影碟机的拆卸与装配	(190)
技能训练四 新科 SVD-260(Z)影碟机激光头的检测	(191)
技能训练五 VCD 影碟机机芯电路关键点电压与波形测试	(193)
技能训练六 VCD 影碟机机芯电路典型故障分析、模拟与维修	(195)
技能训练七 VCD 影碟机解压电路关键点电压与波形测试	(196)
技能训练八 VCD 影碟机电源电路分析、常见故障模拟与维修	(198)
技能训练九 VCD 影碟机典型故障分析、模拟与维修	(200)
技能训练十 DVD 影碟机与影视设备的正确连接、使用及其维护	(201)

技能训练十一 DVD 影碟机整体认识	(204)
技能训练十二 DVD 影碟机典型故障分析、模拟与维修	(205)
参考文献	(207)

第一篇 VCD、DVD 影碟机原理及其常见故障分析与维修

第 1 章 VCD 影碟机基础知识

本章要点:

1. 激光影碟机的发展
2. 音频、视频数字化的过程、传输及指标
3. MPEG 标准的含义、要素及在 VCD、DVD 影碟机中的应用
4. 帧间编码技术,预测编码的原理和特点
5. MPEG1 的基本工作原理
6. VCD 光盘的数据格式及构成
7. EFM 调制及其在 VCD 中的应用

1.1 激光影碟机的发展概述

激光影碟机是利用激光头读取光盘上固化的音频、视频信号,经电路处理还原为模拟信号并重放的设备。1948 年美国哥伦比亚广播系统研究所 P. 哥德马克研制出了模拟密纹唱片(即 RP 唱片),1956 年美国安培公司研制成功用于广播电视业务的录像机,1958 年双声道立体声唱片问世,1962 年荷兰飞利浦公司研制成功了盒式磁带录音机,20 世纪 70 年代中期研制成功了使用 1/2 英寸磁带的彩色盒式录像机。这些系统提供的音质和画质越来越高,但是它们无法摆脱机械接触式拾讯头易磨损的缺点,同时,信号处理以模拟方式为主,信噪比低。随着 20 世纪 70 年代后期大规模集成电路、微机技术、激光技术的飞速发展和广泛应用,迎来了激光数字音视频重放设备的新时代。

由于利用激光头发出的激光读取信息时,激光头与光盘无接触,因此也就无摩擦和无磨损。光盘存储的信息容量大,图像清晰,播放的音质好,因而激光影碟机从诞生之日起便有迅猛发展的势头和不可限量的前途。从 20 世纪 70 年代初期的 LD 机到 80 年代初期的 CD 机,发展到 90 年代初的 VCD 机及 1996 年的 DVD 机,各种样式、各种品牌的影碟机层出不穷。

1. LD 机

20 世纪 70 年代,人们通过对光盘技术的研究、利用,发明了 LD 机。首部 LD 机是美国音乐公司与荷兰飞利浦公司联合开发推出的 LD 影碟激光视盘系统,从此开创了利用光盘技术的视听新时代。

LD 激光影碟以坑点形式记录图像、声音信号,它并不是把模拟的图像和声音信号变为数字信号记录在光盘上,而是将图像及声音信号分别调频、叠加、限幅,得到周期长短不一的模拟

信号的方波,再记录到光盘上。由于图像和声音信号均采用模拟形式,LD影碟机播放的画面清晰度高达420线水平。LD影碟片有直径为20cm和30cm两种形式。新一代的LD影碟机可以兼容CD、VCD影碟片。

2. CD机

随着音频信号的数字化和大规模集成电路的发展,并借助激光光盘技术,新一代的激光唱机和激光唱盘诞生了,这就是CD方式。CD的全称是CD-DA,后来被列为数字小型光盘标准。

CD数字音频系统与以前音频系统的区别就在于该系统的信号记录和处理是把模拟音频信号数字化后进行的,存储于CD唱片上的声音信息是“0”、“1”数据流,信息读取采用光学方式,数字信号采用了纠错编码处理。因此,CD数字音频系统解决了模拟音频系统所存在的拾音头磨损大、传输失真大、信噪比低、抗干扰能力弱等问题,播放的声音优美动听。

3. VCD机

20世纪90年代初,国际标准化组织标准算法的制定和公布,形成了一个数据压缩技术向各产业的新产品迅速转化的起点,从而引发了一场影视技术的革命,把现代家用电器带入了一个数码科技的新天地。我国第一台VCD视盘机是合肥美菱万燕电子有限责任公司于1993年率先推出的。VCD视盘机是一种集光、电、机械技术于一体的数字音像产品,是MPEG数字压缩技术与CD技术结合的产物,价格低廉、性价比高、软件节目丰富,获得人们的认可。虽然在图像清晰度和音色方面逊色于LD和DVD,但未影响其进入普通家庭,反而成为家电产品消费的热点。

VCD视盘机是继LD影碟机和CD激光唱机之后开发出的一种新型光盘机,它是一种数字式音频、视频信号的播放设备。

VCD视盘机的机芯、激光头及其伺服电路、数字信号处理电路与CD唱机相同,只是在CD机的基础上增加了一套MPEG解码电路和视频D/A变换与编码电路。因此,VCD视盘机即可播放CD光盘以及VCD光盘。

对于VCD视盘机播放出来的图像质量,其水平清晰度为250线,相当于家用录像机(VHS)重放图像质量水平。实际上,因为VCD视盘机采用了激光束读取信息方式,光盘与激光头无磨损,不会因使用时间长使图像质量变差,因此VCD视盘机的图像质量优于家用录像机。

4. DVD机

1996年1月8日,美国拉斯维加斯举办一年一度的国际冬季消费电子产品博览会,日本索尼公司在展厅入口处设立的DVD影视剧场以其清晰逼真的画面,现场感十足的音响,将观众带入了身临其境的三维境界,真正的充满魅力的影视设备DVD脱颖而出,出尽了风头。

DVD光盘由于采用MPEG2标准对音视频图像信号进行数字压缩处理,其记忆容量是CD片的13倍,能在12cm光盘上存储约4小时的图像信息,其图像清晰度达500线以上,音频采用杜比数码(AC-3)5.1声道的环绕立体声。

1.2 数字化信号基础

1.2.1 模拟信号与数字信号

1. 概述

在实际应用中,电子技术用到传输和处理信号(包括信号的运算、放大、比较等),这里所指的信号是电压和电流的信号。

在信号分析中,按时间和幅值的连续性和离散性把信号分为4类:(1)时间连续、数值连续信号;(2)时间离散、数值连续信号;(3)时间离散、数值离散信号;(4)时间连续、数值离散信号。其中第(1)类是模拟信号,它是随时间和幅度连续变化的信号;上述(2),(3),(4)三类信号是数字信号,它是随时间或幅度不连续变化的信号,简单的说就是由0和1构成的信号。0和1可以用脉冲的有和无,晶体管的导通和截止,开关的开和关等来表示。

处理模拟信号的电子电路称为模拟电路,如放大电路、滤波电路、电压/电流变换电路等。处理数字信号的电子电路称为数字电路,如逻辑门电路、触发器等。

2. 模拟信号与数字信号的特点

模拟信号的特点分为:

- (1) 既要随时间连续变化又要随幅度连续变化。
- (2) 应用普遍,如电视信号等。
- (3) 精确测量较为困难。

数字信号的特点分为:

- (1) 是离散的信号。
- (2) 其应用技术发展迅猛,主要表现在通信、科研、音响设备等方面。
- (3) 定位、测量比较容易。

1.2.2 模拟信号数字化

1. 数字化的作用

不论是在唱机中还是在磁带录音机中,放音都要用电机来使唱片或磁带作等速旋转和走带,以便读取上面记录的信号,重放信号的质量很大程度上取决于唱针和唱片或磁头和磁带的相对速度,如果电机旋转速度不够稳定,重放信号就会产生失真。失真使声音混浊不清、抖动,影响听音效果。虽然模拟技术采用了一些简单的手段对这种情况加以改善,把这种失真控制在一定范围内,但并没有解决根本问题。要想获得更高水准的音频信号,实现家庭影院的视听效果,只有通过数字技术得以实现即将模拟信号转化为数字信号,因此将模拟信号数字化是电子技术发展的必然过程。

2. 什么是模拟信号数字化

模拟信号数字化是把模拟信号通过A/D(模/数)转换电路变换成数字信号,如将正弦波

电压信号转换成方波电压信号、正弦波电压信号转换成尖峰波电压信号等。在对信号的数字处理方式中,最常用的是用脉冲的有和无来代表 0 和 1。无脉冲时为 0,有脉冲时为 1,在计算机中是这样,在 AV 信号的数字处理中也是这样。

1.2.3 数字化信号的优点

数字方式由于把模拟信号变换成了数字信号,即变换成了序列脉冲信号,这些脉冲信号的变化仅指脉冲宽度的变化,而脉冲幅度是不变的。利用限幅器可以轻易地削除在数字化过程中可能引入的噪声,使脉冲波形达到非常平整的效果,这比处理模拟信号中的噪声容易得多。

在数字信号中,脉冲的幅度已不像模拟信号那样重要,因为数字电路处理的是脉冲的有无,只要脉冲幅度达到能够识别的电平值即可;在模拟信号中,则需要知道每一个模拟量的准确值。

总的来说数字化信号具有以下优点:

(1) 数字化信号具有极高的稳定性及可靠性,依赖元器件与电路稳定性的程度降低,电路只要能辨别脉冲的有无即可。只要增加数字信号的量化位数,就能获得高精度。

(2) 便于用计算机来处理数字信息和进行各种控制,数字信号还可以长时间储存。

(3) 电路便于大规模集成化,提高运行速度。

1.3 音视频信号的数字化

1.3.1 音频信号数字化

1. 采样和量化

在时间轴上对模拟信号进行分段,取其分段点的信号电平值,然后将此电平值变换成二进制数,用 0 和 1 表示,在电路中用脉冲的有无表示,这就是数字化。可见,在数字化中最关键的是分段信号电平和对电平采用四舍五入法取整后再变换成二进制。在数字处理技术中,这几种处理分别称为采样、量化和编码。

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。

采样时,在一定的时间内,获得的采样点的多少取决于时间间隔的大小,时间间隔越小,采样点越多,反之就越少。在数字处理技术中一般用采样频率表示样点的多少,样点的频率等于采样时间间隔的倒数。这样,采样频率越高,获得的采样点就越多。

为了将音频信号数字化,确定采样频率和每个时刻的采样值非常重要,他们决定了波形的重放精度,见图 1.1。其中图(a)的采样频率较低,图(b)的采样频率较高。可见,采用图(a)时由于采样间隔较大,丢掉的信息较多,经数字化处理后与原波形误差较大,精度较低;采用图(b)时,误差就很小,精度较高。一般采样频率越高,量化位数越多,精度就越高。但在实际应用中,又不能无限制地追求高精度,只要精度能满足实际需要就可以了。

理论研究和实验证明,只要采样频率大于被数字化的信号最高频率的两倍就能还原原信号。全音频的范围是 20Hz~20kHz,采样频率就必须在 40kHz 以上,即采样的时间间隔必须

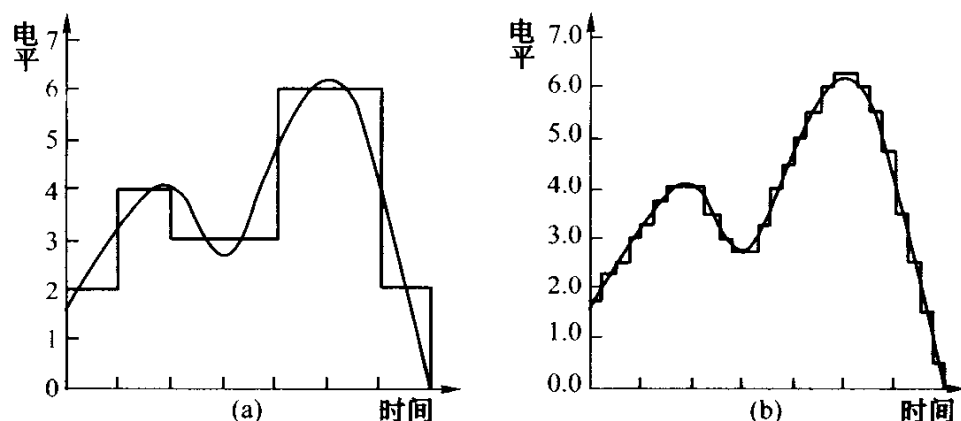


图 1.1 采样频率高低与采样信号精确度的关系

小于 $25\mu\text{s}$ 。在 CD 出现之前,数字式磁带录音机已经成功地应用了 PCM 处理器,它的采样频率定在 44.1kHz ,在开发 CD 方式时,为了使软件兼容,也使用 44.1kHz 为采样频率。

采样频率确定后,就要求被数字化的音频信号的上限频率不能有大于 20kHz 的成分。当音频信号符合这项要求时,音频信号的频谱与数字化后的频谱相互间无重叠,互不干扰;当音频信号不符合要求时,即上限频率超过 20kHz ,音频信号的频谱与数字化后的频谱相互间就会产生重叠,解调后的音频信号就会产生失真,这就是混叠。如果对音频信号中大于 20kHz 的频率成分不加限制就会发生混叠,影响听音效果。故在实际中采用一个 20kHz 的低通滤波器,切除 20kHz 以上的成分。

模拟信号在时间上和幅度上是连续变化的量,但通过采样后获得的电平值很可能不是整数值。为此采用四舍五入的方法,把每个采样值规并到某一个临近的整数,这就是量化。

一般用 N 位二进制码表示一个量化了的采样值,所能表示的量化级的总数为 $M = 2^N$ 。当选用 3 位二进制数时,只能代表 $0 \sim 7$ 共 8 个十进制数,用它来量化时,就只能代表 $0 \sim 7$ 这 8 个电压值。由此可见,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就是量化噪声,量化噪声的大小取决于量化级的多少。如果用 16 位,就可能得到 65 536 个量化等级,这时的量化噪声就非常小了。

当采样频率选定为 44.1kHz ,量化位数选定为 16 位,对立体声音频信号进行数字化时,每秒钟要传送的表示脉冲有无的码的数量为 $44.1 \times 10^3 \times 16 \times 2 = 1.41 \times 10^6 (\text{b/s})$ 。也就是码率为 1.41Mb/s 。如果考虑到误码检出和误码校正用的码,还要增加 $20\% \sim 30\%$ 冗余脉冲,则需要传送的码率为 2Mb/s ,为此要求设备的带宽必须在 $1\text{MHz} \sim 1.5\text{MHz}$ 。

2. 编码

编码就是将已量化(取整)的各电平值用二进制数码表示的过程。在电路中,用脉冲的有无来表示 0 和 1,即 1 为有脉冲,0 为无脉冲。这些脉冲信号必须幅度相等、宽度相同,这样经过编码的脉冲信号称为脉冲编码调制信号(PCM 信号)。可见,数字信号是离散的不连续的电压(或电流)的脉冲序列,每个脉冲代表一个信号元素,即二进制数中的一个位。

3. A/D 转换与 D/A 变换

A/D 变换就是模拟/数字变换,它的作用是把模拟信号变换成数字信号。首先利用采样保持电路对输入的模拟信号采集样本值,然后进行量化编码处理。经量化编码处理后,模拟信号就变成了数字信号,故量化编码电路又称为 A/D 变换器。CD 由于采用 16 位的数字信号,

所以 A/D 变换器必须具有将模拟信号分解成 $2^{16} = 65\,536$ 个等级的能力,且变换过程必须在 $10 \sim 20\mu\text{s}$ 的时间内完成。

D/A 变换就是数字/模拟变换,即把数字信号变换成模拟信号。它是 A/D 变换的逆变换。A/D 变换是把模拟信号变换成数字信号,以便进行各种数字处理。D/A 变换是把处理后的数字信号还原成模拟信号,这样才能利用目前的放大器和扬声器把音响信号重放出来。

CD 方式的 D/A 变换器必须具备以下条件:

(1) 16 位的分辨率。在 CD 方式中,制作 CD 唱片时信号是按 16 位量化的,所以 CD 唱机在还原音响信号时也要采用 16 位的分辨率来重放。

(2) 变换速度最低限度在 $15\mu\text{s}$ 以内。所谓变换速度就是在 D/A 变换器的输入端输入 0 和 1 的脉冲信号时,在输出端出现与之相应的模拟信号所需要的时间。从原理上看,变换速度应当是采样间隔时间,即 $1/44.1\text{kHz} = 23\mu\text{s}$,但考虑到为变换而设置的模拟开关的过渡特性及其他一些附加措施(如孔径校正)所需要的时间,一般就要求大约在 $10\mu\text{s}$ 的时间内完成变换。特别是在数字滤波器中,当采用过采样处理时,要求有更高的转换速度,即更短的变换时间。

3) 价格低。价格低才能降低 CD 机的造价,这是普及 CD 机的一个很重要的条件。

1.3.2 视频信号的数字化

1. 视频信号的特征

在音频信号数字化的基础上了解视频信号的数字化就比较容易了,因为它们处理信号的基本方式和基本步骤是一致的。但由于视频信号自身的特点,在数字化时就有所不同。这里所指的视频信号是仅限于亮度信号和色度信号组成的电视信号。亮度信号从白到黑有 7 个不同的灰度等级的阶梯信号和行同步信号及消隐信号;色度信号是由色同步信号和已调制的两个色差信号组成。

基本的电视制式有两种,即 625/50PAL 制和 525/60NTSC 制。在 625/50PAL 制中,场频为 50Hz,两场为一帧,帧频为 25Hz,行频为 15625Hz。根据隔行扫描的原理,每一场由 312.5 行组成,每一帧为 625 行,构成一幅完整的图像。同步信号和消隐信号是不变的,变化的是夹在消隐信号之间的亮度信号,亮度信号随图像明暗程度而变化。因此亮度信号被同步信号和消隐信号等分成阶梯状,在时间上就成为不连续的信号。这一点与音频信号是不同的,但视频信号也是幅度变化的信号,这与音频信号又是相同的。众所周知,音频范围是 $20\text{Hz} \sim 20\text{kHz}$,在这一音频范围内包含了自然界的各种声音;在视频信号中为了再现各种图像,其频率范围要求是 $0 \sim 6\text{MHz}$ 。

在对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。全信号数字化是指直接对视频信号进行数字化;省去了电视信号的反复解码和编码并且把亮度信号和色度信号分开处理的数字化方式称为分量数字化,分量数字化具有提高图像质量、亮色互不干扰、能统一电视的制式的优点,所以目前普遍采用分量数字化。本书主要介绍分量数字化的原理。

2. 采样结构

因采样而构成图像上的样点排列称为采样结构。由于音频信号在时间上是连续的,只要

按 44.1kHz 的频率对音频信号进行采样就可以了,不需要考虑采样的结构,而在视频信号采样过程中则需要考虑采样的结构。在电视屏幕上,不论是 625 行制还是 525 行制,一幅完整的图像都是按照隔行扫描的形式进行的,一幅图像既有水平扫描又有垂直扫描,当对它们进行采样时,就产生了采样点分布的问题。

经过大量的主观测试表明,当采样频率是行频的整数倍并采用了固定正交型采样结构时,特技效果和降噪及数字处理电路的复杂性得到大大简化,因此实际生活中这种采样结构被普遍采用。

3. 采样频率

在音频信号数字化中,对采样频率的确定比较简单,而在电视信号中,它既要考虑亮度信号,又要考虑色差信号,而且还要受到其他因素的限制。

(1) 亮度信号采样频率。亮度信号对采样频率的要求如下:

①采样频率与被采样信号的带宽有关,按照奈奎斯特采样定理,采样频率至少应为信号上限频率的 2.2 倍。为了获得满意的图像质量,对 PAL 制 625 行扫描制要求 5.8~6MHz 的带宽,对 NTSC 制 525 行扫描制要求 5.6MHz 的带宽。

②为了在采样后保证混叠噪声最小,要求采样频率是信号带宽的 2.2~2.7 倍。对 PAL 制信号,采样频率应为 12.72~13.2MHz,在实际应用中应大于 13.2MHz。

③为了获得正交采样结构,频率又必须是行频的整数倍,以利于行间、场间和帧间的信号处理。

④为了使 625 行/50 场和 525 行/60 场两种扫描制式实现兼容,应采用同一种采样频率,625 行制的行频为 15 625Hz,525 制的行频为 15 734Hz,能被这两个行频整除的采样频率为 2.25MHz。

考虑到上述的要求,采样频率应大于 13.2MHz,故亮度信号的采样频率为 13.5MHz。

(2) 色差信号的采样频率。色差信号(R-Y)和(B-Y)的带宽为 2MHz 时,能够获得满意的彩色图像。另外,考虑到采样频率为行频的整数倍及制式的兼容性,而且要降低混叠噪声的情况,将色差信号采样频率定为 6.75 MHz,它正好是 PAL 制行频的 432 倍,是 NTSC 制行频的 429 倍,也正好是亮度信号采样频率的一半。

4. 量化

从量化噪声和量化失真方面考虑,特别是考虑到由于反复量化会产生量化噪声积累而使图像质量下降这一因素,对电视信号采用 8 位量化是较为合理的。这样经一次量化处理后信噪比为 59dB。

1.4 MPEG1 编码原理

1.4.1 MPEG1 图像编码原理

要完整地显示一帧画面,在 PAL 制中,每秒钟要传送 25 帧彩色活动图像;在 NTSC 制中,每秒钟要传送 30 帧彩色活动图像。在 PAL 制中每帧用 625 行扫描 6MHz 带宽的视频信号,每行对图像取样 860 点,约有 500 线的清晰度;而在 NTSC 制中,每帧用 525 行进行扫描。