

KONKA

康佳

数码激光视盘机 技术、使用与维修

林忠伟 白军祥 姜小仪 李维峰 主编

CVD VCD



DVD SVCD

辽宁科学技术出版社

康佳数码激光视盘机技术、使用与维修

林忠伟 白军祥 姜小仪 李维峰 主编

辽宁科学技术出版社

· 沈阳 ·

图书在版编目(CIP)数据

康佳数码激光视盘机技术、使用与维修/林忠伟等主编. —沈阳:
辽宁科学技术出版社, 1999. 1
ISBN 7-5381-2808-5

I. 康… II. 林… III. 激光放像机—维修 IV. TN912.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(97)第 27310 号

辽宁科学技术出版社出版
(沈阳市和平区北一路108号 邮政编码 110001)
沈阳市北陵印刷厂印刷 辽宁省新华书店发行

开本: 787×1092 1/16 印张: 22 1/4 字数: 511 千字 插页: 7
1999 年 1 月第 1 版 1999 年 1 月第 1 次印刷

责任编辑: 刘绍山 苗 郁	版式设计: 于 浪
封面设计: 邹君文	责任校对: 周广均

印数: 1—6000

定价: 30.00 元

前言

随着数字压缩技术的进展,VCD视盘机于1993年问世。近四年来,MPEG-1解码芯片的功能不断完善与改进,使得VCD视盘机的表像功能已达近40项,如快放、慢放、帧放、区段放、九画面浏览、静止图像放大、缩小与移位、环绕声、变调、自动接唱等等,加上不断提高的超强纠错能力,使得VCD机在使用功能上超出磁带放像机。又由于价廉物美,节目源十分丰富,所以到了1996年已成为家电市场最为热门的产品。

为了扩展VCD视盘机的运用领域,我国原电子工业部于1997年底正式颁布了VCD3.0版本,开发了多媒体功能,有的配备游戏和教育功能,有的能与互联网(Internet)和电子邮路接轨,使得VCD视盘机更增添了新的发展空间。本书正是考虑到它的飞速进展的现状,以康佳集团VCD视盘机为蓝本,广泛地介绍了最新的VCD机新技术,充分反映了1997年最新的VCD机的关键芯片与运用,从一定意义上填补了这类书籍在这方面的空白。

本书除了介绍荷兰飞利浦公司和日本索尼公司有关机芯和伺服系统方面的典型技术成果外,同时较详细地叙述了美国C-Cube公司、ESS公司和OAK公司有关数据解压缩方面的产品与应用,最后还较详细讨论了DVD视盘机和中国视盘机CVD目前发展的现状与主要技术。

全书共分六章,为了适应用户、生产人员、维修人员、科技人员以及大、中专学生阅读和教学的需要,在内容安排上做了细致的考虑,其中第一章既介绍了适用于初学者的基本知识,也介绍了一些较深层次的问题,以适用于已有一定基础的读者;第二、三、四章结合具体产品介绍产品技术和性能,更适用于从事VCD有关工作的专业人员和大、中专学生;第五章详细介绍视盘机的选购、使用、维护、维修和检测方面的知识,并介绍与家庭影院的配合,特别适用于用户和维修人员阅读;第六章侧重介绍了视盘机的新技术,如多媒体VCD视盘机、DVD视盘机和具有高清晰度介于VCD和DVD视盘机之间的SVCD、HQVCD和CVD视盘机,使读者更清晰了解当前视盘机的最新成果和产品。

本书是我们四人集体主编,对每一章内容安排均经过共同讨论,然后分别执笔,其中第一章由白军祥编写,第二章由李维峰编写,第三章由姜小仪编写,第四章由李维峰、姜小仪编写,第五章由林忠伟编写,第六章由白军祥、林忠伟、姜小仪、李维峰共同完成。在编写过程中得到了康佳集团的领导和有关人员的支持和关心,得到了辽宁科学技术出版社的大力帮助,在此深表谢意。

由于编者水平有限,其他任务又较多,时间紧迫,错误之处在所难免,欢迎广大读者批评指正,让我们共同为数字信息技术迈向21世纪添砖加瓦。

作者

1998年8月

目 录

第一章 VCD 视盘机的工作原理	1
第一节 VCD 视盘机的由来和发展	1
一、VCD 指的是什么	1
二、VCD 的发展由来	1
三、VCD 视盘机的发展和 DVD 视盘机问世	2
第二节 模拟信号与数字信号	3
一、模拟信号与数字信号的区别	3
二、模拟信号变换成数字信号	3
三、十进制与二进制	5
四、数字信号转换模拟信号	6
第三节 光盘和光盘信息的读取	8
一、VCD 视盘	8
二、光盘上信息读取的方法	9
第四节 半导体激光器和光检测器	11
一、光的受激发射和激光的产生	11
二、半导体激光器	12
三、光检测二极管	12
四、准直透镜与物镜	13
第五节 聚焦和循迹误差信号的检测与伺服	14
一、聚焦误差信号的检测与伺服	15
二、循迹误差信号的检测与伺服	16
第六节 CD 光盘的信号格式	18
一、交织与纠错	18
二、EFM 调制	19
三、连接位	20
四、控制通道中的子码信息	20
五、CD 光盘的信号格式	21
第七节 逻辑门电路	23
一、与门	23
二、或门	23
三、非门	24
四、异或门	24
五、三态门	25
六、门电路若干性能指标	25
七、常用的门电路	26

第八节 触发器与逻辑部件	29
一、RS 触发器	29
二、D 触发器	30
三、组合逻辑单元	30
四、时序逻辑电路	32
第九节 半导体存储器	34
一、RAM 存储器	34
二、ROM 存储器	35
第十节 CD 信号的处理和主轴电机的控制	37
一、CD 信号处理电路的组成	38
二、位时钟的再生和捕捉帧同步	40
三、数据帧的信号分离	41
四、主轴电机的伺服	42
五、纠错、内插、静音和衰减	43
第十一节 图像和伴音信号的压缩	45
一、为什么要压缩图像信号和 MPEG 标准	45
二、MPEG-1 流的结构	46
三、活动图像压缩的基本方法	47
四、内帧图的编码	48
五、声音信号的压缩	50
第十二节 典型的 MPEG-1 A/V 解码系统	51
第十三节 过取样滤波和音频数模变换	54
一、过取样滤波	54
二、数模变换技术	55
三、去加重和静音	57
第十四节 视频信号的数字化及其编码	57
一、视频信号的数字化	57
二、解压缩芯片输出的视频数据和视频编码	59
第二章 VCD 视盘机的典型伺服部件和机芯	61
第一节 PHILIPS 公司 V6001 伺服部件综述	61
一、伺服部件的功能	61
二、PHILIPS 公司 V6001 伺服系统的组成与工作	63
第二节 前置信号处理器 TDA1302T	66
一、主要功能特点	66
二、组成方框图、引脚说明和几项数据	66
三、激光控制电路	67
四、光检测管的放大	69
五、与光信头间连接	69
第三节 数字伺服处理器 TDA1301T	72
一、主要功能特点	72
二、组成方框图和接脚说明	72
三、信号初步处理	73

四、聚焦控制	75
五、循迹伺服	75
六、其他问题	77
第四节 CD 信号处理器 SAA7345	79
一、主要功能特点	79
二、组成方框图、管脚说明和关键数据	79
三、数据限幅和位时钟再生	80
四、帧同步保护和 EFM 解调	81
五、子码数据的处理	81
六、微处理器接口	82
七、纠错和掩蔽等功能	84
八、DAC 接口	85
九、主轴电机的控制	86
十、技术特性和使用示意图	87
第五节 双功率驱动器 TDA7073A 和伺服单片机 OM5234	90
一、双功率驱动器 TDA7073A	90
二、伺服单片机 OM5234	91
第六节 SONY 伺服系统-1	98
一、SONY 伺服系统的组成	98
二、五通道 CD 驱动器 BA6395FP	98
三、RF 信号处理伺服放大器 CXA1782BQ	104
第七节 SONY 伺服系统-2	111
一、CD 数字信号处理器 CXD2500BQ	111
二、微处理器 AT89C51 及其相关的控制	118
三、激光发射控制电路	120
第八节 SONY-VCD 机芯组件 KSL-2101ABM	120
一、KSL-2101ABM 主要参数	121
二、SONY 机芯的主要性能和连接器	122
三、几点注意事项	126
四、三星公司的 CMS-A30(U)机芯	126
第九节 PHILIPS-VCD 机芯组件 L1210	127
一、L1201 主要光电参量	127
二、L1201 电子机械特性	130
三、CDM12.1 机芯的 APC 驱动电路和有关引脚	132
四、三碟连放机芯组件 C1203	133
第三章 MPEG-1 解码系统	136
第一节 VCD 视盘的数据构成和解码过程简述	137
一、VCD 视盘的数据构成	137
二、MPEG-1 视、音频解码简述	138
第二节 由 CL-484 芯片组成的解压缩系统	139
第三节 MPEG-1 解码芯片 CL-484	144
一、CL484 的主要功能	144

二、芯片硬件组成及其接口	145
第四节 EPROM、DRAM 和信号单片机组件	152
一、HYB514175BJ/BJL DRAM	152
二、可擦可改写只读存储器 EPROM	154
三、信号单片机 VIS2088	156
四、静态随机存取存储器 W24257	159
第五节 数字视频编码器 RL5C292	160
一、主要功能和应用	160
二、组成方框图和有关功能介绍	161
三、引脚图及其说明	168
第六节 音频数模变换器 PCM1712	170
一、音频 DAC 的运作及其输出电路	170
二、PCM1712 内部功能描述	170
第七节 MPEG-1A/V 解码芯片 CL680	175
一、新增加的功能	175
二、CL680 的硬件组成和接口	176
第八节 VCD 解码芯片 ES3210	183
一、总体描述与主要性能	183
二、ES3210 引脚图和引脚功能	185
三、组成方框图和有关问题叙述	187
第九节 ES3207VCD 解码伴侣芯片	189
一、主要功能和引脚说明	190
二、若干功能的说明	193
第四章 康佳 VCD 视盘机	196
第一节 康佳 VCD 视盘机简介	196
一、机芯	196
二、伺服板	196
三、MPEG-1A/V 解码系统	197
第二节 康佳 V38 型 VCD 视盘机	201
一、MIC 部件	202
二、显示与键控板	208
三、遥控发射器	214
四、V38 机电源和输出部件	215
第三节 康佳 V28 型 VCD 视盘机	219
一、OTI-207 解压缩芯片	219
二、卡拉 OK 处理器 YSS216B	219
三、OSD 专用芯片 PCA8515	228
第四节 康佳 V38B 型和 V38C 型视盘机	230
一、音频输出电路	230
二、自动接唱电路	231
三、托盘进出控制电路	231
四、PHILIPS 伺服板与 SONY 等机芯的配合	232

第五节 康佳 V28C 型视盘机	235
一、音频 DAC 芯片 PCM1725	235
二、RF 调制器 MDLK6C710A	238
三、电路综述	238
四、真空荧光显示屏 6BT-253GK	239
第六节 康佳 V68 型视盘机	240
一、机芯和伺服系统	241
二、MPEG-1A/V 解码系统	241
三、在片的视频 DAC	242
四、音频信号接口与音频 DAC	243
第五章 视盘机的维修、使用和检测	247
第一节 视盘机的选购和使用	247
一、视盘机选购应考虑的问题	247
二、视盘机使用前的注意事项	248
三、视盘机与音像系统的连接	248
四、开机运行和荧光显示屏、电视机屏幕上的 OSD 关系	250
五、VCD 视盘机的操作	252
第二节 家庭影院音响系统综述	256
一、简述几种环绕声系统	258
二、家庭影院的扬声器系统	259
第三节 碟片和视盘机的正确维护	260
一、碟片与视盘机的保护	261
二、视盘机的自我诊断	261
第四节 VCD 视盘机维修的基本方法	265
一、维修 VCD 视盘机应具备哪些条件	266
二、维修 VCD 视盘机的一般工作步骤和判断故障的最基本方法	266
三、拆换集成电路 IC 芯片的方法	268
四、表面贴装的 IC 芯片的拆换方法	269
五、光信头的检修	269
第五节 VCD 视盘机的常见故障与维修(1)	270
一、PHILIPS-CD6 系统故障(含机芯)与排除实例	272
二、SONY 伺服系统的故障检修实例	275
三、CD 系统检修总流程和静态工作电压测量值	276
第六节 VCD 视盘机的常见故障与维修(2)	279
一、CL680 芯片组成的解压缩系统的常见故障和检修实例	281
二、CL484 组成的解码系统的常见故障与检修实例	282
三、OTI207 芯片组成的解码部件的常见故障与检修实例	283
四、ES3210 芯片组成的解码系统的常见故障和检修实例	285
五、其他系统故障检测流程图	286
第七节 VCD 视盘机的检验和拆装	286
一、专用测试光盘	287
二、VCD 视盘机技术指标的测试指南	288

三、VCD 视盘机整机功能检验	289
四、VCD 视盘机机芯组件拆装概述	290
第六章 视盘机技术的新进展	292
第一节 当今视盘机技术的总体发展	292
一、VCD3.0 版本	293
二、DVD 视盘机与 MPEG-2 流	294
三、SVCD、HQ-VCD、CVD	295
第二节 康佳 V301 型多媒体 VCD 视盘机	297
一、V301 视盘机总体概述	297
二、AV 处理器 ES3209	298
三、VCD3.0 视盘机与 VCD2.0、VCD1.1 视盘机外向功能对比	305
第三节 VCD-Internet 体系	306
一、ES3228 的主要功能	307
二、ES3228 引脚图及其引脚功能	307
三、若干功能描述	308
第四节 DVD 技术要点综述	311
一、DVD 视盘	311
二、DVD 视盘机简述	313
三、DVD 用于家庭影院和用于微机时所能发挥的特有功能	315
四、DVD 数据流格式	318
五、ZiVA—DVD 解码芯片家族	319
第五节 DVD 视盘机原理和使用——康佳 D1500 机介绍	325
一、康佳 D1500 型 DVD 视盘机简述	326
二、RF 伺服控制部件与主要芯片引脚说明	328
三、MPEG-2 解码主板和副板	331
四、D1500 型 DVD 视盘机的使用	336
第六节 CVD 视盘机组成原理	340
一、CVDX 解码器概述	340
二、CD7 伺服部件概述	343
第七节 超级 VCD(SVCD)简介	347
附录:视盘机部分缩写词英汉对照说明	350

第一章 VCD 视盘机的工作原理

本章简述 VCD 视盘机的系统运作和主要部件的工作过程。

第一节 VCD 视盘机的由来和发展

一、VCD 指的是什么

VCD 是英文 Video Compact Disc 的缩写,它所指的是记载视频和音频信息的小光盘,直径为 120mm,采用数字处理技术录制而成。前几年风靡一时的 LD 影碟机,其标准光盘直径为 300 毫米,采用调频多重调制的模拟技术,记录视频图像和伴音信息。

LD 影碟面积大,制作成本高,整机和光盘价格都偏高,推广受到了制约。相反,VCD 光盘制作成本低,整机结构简单,价格便宜,节目源丰富,播送电视节目可长达 74min,图像播放质量比磁带放像机高。为此从 1993 年底进入国内市场以来,立即强力地冲击了录像机市场,并很快取代 LD 影碟机,成为当今世界消费类电子的主导产品之一。

二、VCD 的发展由来

1877 年爱迪生发明了留声机,人们开始进入了声音的记录和重演的时代,经过几十年努力才从腊制唱片发展成密纹唱片(LP),提高了音质和信息存储量, $33\frac{1}{3}$ r/min 的密纹唱片单面播送时间可达 30min,唱片直径为 300mm。由于唱针与唱片的机械磨损,降低了信噪比和保真度,为此从 20 世纪 50 年代开始逐渐被磁记录方式所取代。

磁记录和重演体系的不断完善,不但进行声音的录放,而且致力发展活动图像的录放,至今磁带录放技术与其产品,仍然占有一定的地位和市场。但是磁记录存储量有限,检测速度慢,外磁场影响和图像质量较差等因素促使科技人员寻找新的途径。

60 年代初,人们已对音频信号的数字化处理做了大量研究,同时对数字信号在传输过程中出现错误如何纠正的方法也广泛地进行了探讨,终于在 70 年代生产出数码调制的处理器和录音机。在此期间,激光技术不断地进展,特别是半导体激光器出现和改进,使得利用激光反射来拾取光盘的信息成为现实,由于拾信头与光盘之间不接触,加上光盘的信息层被一层透明的塑料层覆盖,不但完全避免了光盘的磨损,而且还保护了光盘信息层,经过努力于 1982 年 10 月在国际音响博览会上展示出数字 CD 唱机,1983 年推出了飞利浦(PHILIPS)公司和索尼(SONY)公司制定的 CD 标准格式,1985 年确定为国际公认的 IEC 标准。

CD 唱机由于采用了数字编码处理,并运用激光技术,使得 CD 唱机产生了质的飞跃,表 1-1 列出了 CD 唱机与模拟放音系统的对比,不难看出,它的优越性是显而易见的。

当 CD 光盘上市后,科技人员就转向研究如何把电视信号录制在光盘上。鉴于视频信号的频谱宽,信息量远较 CD 音频数字信息量大,若用一张 CD 光盘采用相同方法录制电视节目能播放的时间还不足 1min。为了使直径为 120 毫米的光盘也能播放 74 分钟的电视节目,

表 1-1 CD 机和常用模拟唱机比较

参量	CD 机	LP 唱机	磁带放音机
频率特性	20Hz~20kHz ± 0.5 dB	30Hz~20kHz ± 5 dB	50Hz~16kHz ± 3 dB
动态范围/dB	>90	78	70
信噪比/dB	>90	70	70
声道数	双声道	双声道	双声道
声道隔离/dB	>90	30	50
抖晃率	$10^{-6} \sim 10^{-7}$	$(2 \sim 3) \cdot 10^{-4}$	10^{-4}
存储曲目数	15~22 首	无	8~12 首
重放时间/min	74($\phi 120$)	30($\phi 300$ 单面)	

必须对存储的数据信号进行压缩,首先压缩声音信号使其留出 5/6 空间来存放图像信号,然后把图像数据信息压缩 120~130 倍,这样一张光盘就能播放较长时间的电视节目。VCD 视盘机把被压缩的信息恢复成原来的面貌,并按正常的传送顺序排列,这一过程称为解压缩或扩展。接着再把解压缩后的数码信号转换成模拟信号,以便在电视屏幕上以及通过扬声器播放。事实上,在日常生活中也有许多压缩和扩展的做法,如为了贮存和运输把牛奶变成奶粉,使蔬菜成为脱水蔬菜,需食用时再加水冲泡和发开。当然 VCD 视盘机要把已压缩在光盘上的信息,进行恢复处理是一个相当复杂的课题,曾经长期困惑着世界上著名的视声公司。

1988 年初,美籍华人孙燕生、陈文成和王继行三人在研究电话线路传输活动图像中得到了突破,该研究小组叫做动画专家组,英文写成 Motion Picture Experts Group,简称为 MPEG,它隶属于国际通信标准组织。当他们看到了图像压缩技术的另一重要运用场合后,重新制定了 MPEG 标准,使其能适用于 VCD 的需要,在孙燕生等人倡导下,国际标准化组织(ISO)和国际电工委员会(IEC)于 1993 年批准并公布了 VIDEO CD 的标准,其年期号为 1993-08-01,称为 ISO/IEC11172-1 建议书,也就是著名的 MPEG-1 标准。

1994 年,飞利浦、索尼、JVC 和松下四大公司,根据 MPEG-1 标准联合修订适用于卡拉 OK-CD 的标准,谓之 1.0 版本;后做少许修改,即更适用于影视节目的 1.1 版本;1994 年 7 月又推出了 2.0 版本,增设了节目菜单和高清晰度静止画面。1993 年底,我国与其他国家同时制成了首批 VCD 视盘机,在短短四年时间,我国的 VCD 视盘机生产厂家多达 500 多家,产量已近千万,成为世界上最大的 VCD 视盘机生产和消费市场。

1982~1993 年,人们在图像压缩技术取得突破性进展的同时,在三位博士参与下,美国 C-Cube 公司率先将 MPEG 解码方法制成专用芯片,为 VCD 视盘机问世并得到广泛运用奠定了基础,推动了当代影视信息存储和重演技术进入新阶段,也标志着电子科技从模拟全面转向数字化的时代已经到来。

三、VCD 视盘机的发展和 DVD 视盘机问世

VCD 视盘机为了适应用户的不断需求,扩展其表像功能,它利用内部微处理器系统,使播放的节目能进行快放、慢放、帧放、区段反复放,整光盘九画面浏览,每曲播送 10s 等等;存放光盘数可以是单碟、三碟和多碟;声音方面也可提供卡拉 OK 的各项功能。但是 VCD 视

盘机还存在一些内在的不足,因为 ISO/IEC11172 建议书所拟制的是一个低数据率 1.416Mbit/s(bit 中文用位表示),要用如此低的数据率来实现国际广播电视协会所提供的 CCIR601 分辨图像的标准是达不到的,该标准要求 NTSC 制为 704×480 ,PAL 制为 704×576 。为此 MPEG 小组提出了一个 1/4 分辨影像的标准作为标准的输入格式(SIF),该标准中 NTSC 制为 352×240 ,PAL 制为 352×288 ,这样 MPEG-1 是一个帧排列的体系,当解码时,SIF 分辨力的视频扩展到整个电视屏幕,所以从理论上讲,其影像质量等同于盒式磁带,而激光拾取信息的优越性,使得实测的视声质量均优于盒式录像带。这里的 704 是图像每行的像素,576 是指整个画面的行数,所以它们的数值标志着图像的水平 and 垂直清晰度。

在 1993 年 12 月 ISO/IEC 两个委员会又推出了 13818 建议书,即通常所说的 MPEG-2 标准。它的数据率提高到 4.0~8.0Mb/s,图像分辨力达到 CCIR601 的要求,经过多年努力,DVD 视盘机终于在 1997 年初诞生并投入生产。统一的 DVD 光盘格式也做出了规定,光盘信息容量达到 4.7GB($G=10^9$,B 称为字节,1B=8b),它相当于 VCD 和 CD 光盘容量的 7.3 倍,不但可以传送高质量电视节目,而且播放时间也延长到 135 分钟。但目前 DVD 光盘和 DVD 视盘机价格偏高,盘源较少,进一步推广尚需较长的时间。

而另一个发展方向是,在不提高清晰度和不增加制造成本的前提下,大力扩展 VCD 的运用范围,提高其交互功能,首先使其具有多媒体和教育的能力,其次使其能参予 Internet 网和 Chinanet 网。1997 年 10 月,经过两年多的讨论、修改和审定,我国电子行业通过了“VCD 系统技术规范”,即通常所谓的“VCD3.0”版本,作为今后 VCD3.0 光盘和视盘机设计与生产的依据。1998 年初,康佳集团率先推出以 VCD3.0 版本为代表的 V301 产品。这样的视盘机一方面兼容目前业已使用的 1.1、2.0 版本的 VCD 光盘,另一方面又增加了不少新的功能,而其成本又提高甚微,必然会进一步扩展 VCD 视盘机的销售市场,由此可见,VCD 视盘机仍然有很强的生命力,成为跨世纪消费类电子产品的主导产品之一。本书将以深入浅出的写法叙述 VCD 视盘机的重要成果和其工作过程。

第二节 模拟信号与数字信号

一、模拟信号与数字信号的区别

声音在空气中传播时,其声压随时间作连续变化;人眼所看到的影像是可见光综合反射的结果,把声音和影像直接转化成电信号,它的特点是在时间上和振幅上都是连续变化的,人们把这些信号称为模拟信号(见图 1-1)。与此相对应的,在时间上和幅度上都离散的信号叫做数字信号,如图 1-2 所示。

不难看出,在数字系统中信号仅有两种状态高电平“H”和低电平“L”,高电平常用“1”表示,低电平常用“0”表示。如果 5V 代表高电平,0V 代表低电平,即使在传输过程中出现干扰,使低电平突升到近 2V,高电平跌落为 3V,人们仍可方便地予以区分。因此,运用数字技术作为信息传递的方法,不但可以提高信噪比,而且在动态范围、非线性失真、频带等方面均有极大的改善。并且它加工简易,存储方便,出错易纠,复原后保真度高,为此它得以迅速而又广泛地被采用。

二、模拟信号转换成数字信号

把模拟信号转换成数字信号常称为模数变换,缩写成 ADC 或 A/D,它需要经过取样、

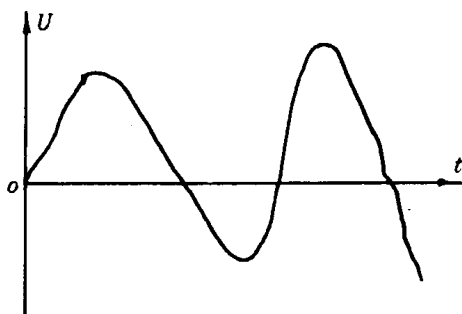


图 1-1 模拟信号

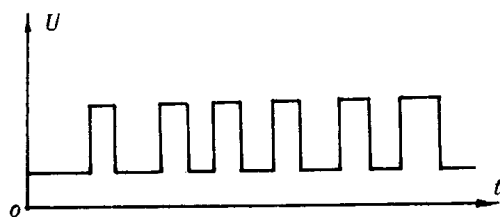


图 1-2 数字信号

量化和编码三个过程。所谓取样,是以恒定的周期间断地采集模拟信号在该时刻的数值;量化是指用特定的尺度来测量取样值;而编码是把幅度上已量化的数值,用二进制 0 和 1 的数码来代替,这一过程也称为脉冲编码调制,缩写成 PCM(Pulse Code Modulation)。

取样过程可以这样来叙述:模拟信号 $U_{in}(t)$ 加到取样器的输入端,它是一个受控的开关,当脉冲宽度为 τ 的取样脉冲到来时,开关接通,此时输出信号 U_{out} 等于输入信号,而在两个相邻取样脉冲的间隙关闭取样门,在此期间输出信号与输入端无关,可等于零或保持前一次取样值。为便于量化和编码,通常希望提供一个稳定值,直至下一个取样脉冲的到来,这一过程谓之保持,为此取样保持后的 $U_{out}(t)$ 是阶梯波,而非一串脉冲,如图 1-3~图 1-6 所示。

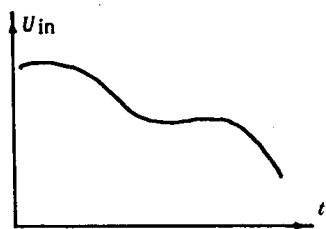


图 1-3 输入电压与时间的关系

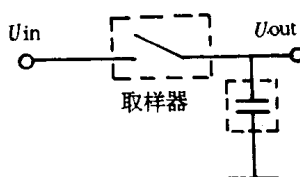


图 1-4 取样器

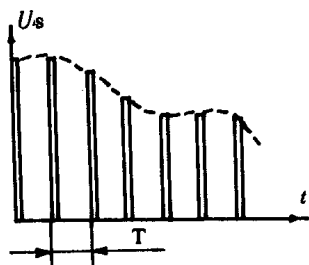


图 1-5 取样示意

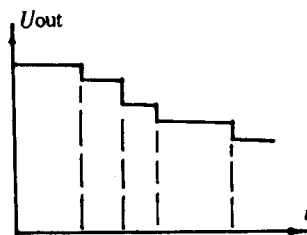


图 1-6 保持

显而易见,取样点越多,重现波形中阶梯步长就越短,也就更接近于原来的信号波形。Nyquist 取样定理指出:用于该信号的取样频率 f_s 应大于或至少等于原信号频谱成分中最高频率 f_{max} 的两倍,即

$$f_s \geq 2f_{max} \quad (1-1)$$

例如 VCD 视盘机传送的音频最高频率为 20kHz, 其取样频率选择在 44.1kHz。

量化是将取样—保持的信号用若干量化值加以规范。例如某一模拟信号峰—峰值为 R , 用 Q 个数值进行量化, 则量化单位为 $\frac{R}{Q-1}$ 。鉴于数字系统采用二进制, 为此量化数也应与二进制位数 N 相联系。即

$$Q = 2^N \quad (1-2)$$

例如三位二进制, 量化数 $Q=8$; 八位二进制, 量化数为 256; 而 VCD 视盘机采用 16 位, 为此量化数 $Q=2^{16}=65536$, 由此可见, 其量化精度是相当高的。将量化后的信号编成二进制码, 这一步谓之编码。图 1-7 表示了一个三位二进制量化与编码的过程。

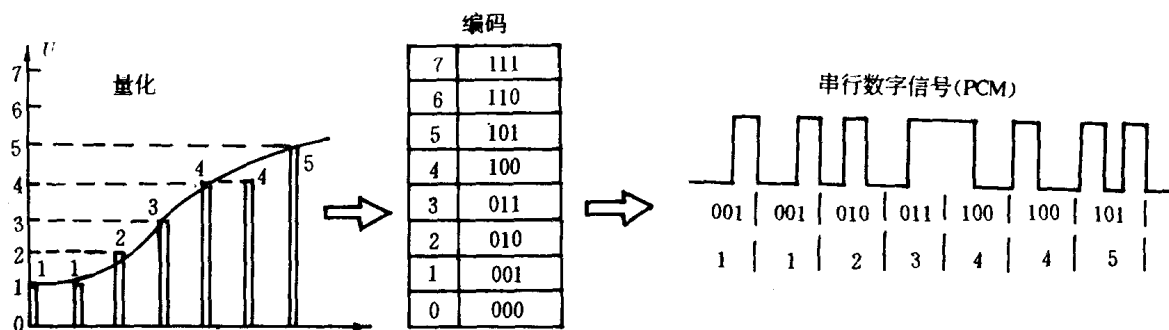


图 1-7 量化与编码的简单过程

不难看出, 实际取样值和量化值是有差异的, 因量化引入的误差谓之量化噪声, 显然量化噪声与量化位数有密切关系, 可用一个简单关系式来描述信噪比, 即

$$S/N = 20 \log Q + 1.76 \approx 6N + 1.84 (\text{dB}) \quad (1-3)$$

上式表明, 二进制位数越大, 信噪比越高, 每增加一个码位, 则信噪比提高 6dB, 由式(1-3)易于算出 VCD 视盘机的信噪比在理论上可达 98dB。

三、十进制与二进制

在讨论数字技术中, 必须搞清数制, 在这里仅简述十进制与二进制。人们在日常生活中习惯于十进制, 它用 0~9 十个不同的数码来表示, 计数采用逢十进一的规则, 而二进制只有 0、1 两个数码, 以逢二进一的办法来计数。它们的任意数均可用 $a_{n-1}a_{n-2}\cdots a_1a_0$ 来表示, 显然十进制的最高位应是 $a_{n-1} \times 10^{n-1}$, 最低位是 $a_0 \times 10^0 = a_0$, 同样二进制最高位为 $a_{n-1} \times 2^{n-1}$, 最低位仍为 a_0 。在这里 10^i 或 2^i 代表不同数制的第 i 位的权, 若按权展开十进制, 则

$$N = a_{n-1} \times 10^{n-1} + a_{n-2} \times 10^{n-2} + \cdots + a_1 \times 10^1 + a_0 = \sum_{i=0}^{n-1} a_i \times 10^i \quad (1-4)$$

而二进制按权展开为

$$N = a_{n-1} \times 2^{n-1} + a_{n-2} \times 2^{n-2} + \cdots + a_1 \times 2^1 + a_0 = \sum_{i=0}^{n-1} a_i \times 2^i \quad (1-5)$$

以四位二进制为例, 很容易用式(1-5)把二进制转换成十进制

$$N_2 = (1001)_2 = (1 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0)_{10} = 9_{10}$$

无论是计算机还是 VCD 机, 数的运算和信号的处理均用二进制进行, 但对模拟信号的量化是采用人们习惯的十进制, 为此就存在一个用二进制如何来表示一个十进制数的问题, 这种用二进制数编码来表示十进制数的方法称为二—十进制编码, 简称为 BCD 码。由于十

进制码有 0~9 个数码,为此至少需用四位二进制代码,而该代码可有 16 种不同组合,所以 BCD 码的形式是多样的,除了自然二进制码外,常看到的还有格雷码和 8-4-2-1 码,表 1-2 是十进制数、二进制数、8-4-2-1 码和格雷码的对照表。

表 1-2 十进制与几种二进制码对照表

十进制数	二进制数	8-4-2-1BCD 码	格雷 BCD 码
0	0000	0000	0000
1	0001	0001	0001
2	0010	0010	0011
3	0011	0011	0010
4	0100	0100	0110
5	0101	0101	0111
6	0110	0110	0101
7	0111	0111	0100
8	1000	1000	1100
9	1001	1001	1000
10	0101	10,000	10,000
11	1011	10,001	10,001
12	1100	10,010	10,011
13	1101	10,011	10,010
14	1110	10,100	10,110
15	1111	10,101	10,111

四、数字信号转换模拟信号

无论 CD 机还是 VCD 机,把数字信号恢复成模拟信号是整机的重要组成部分,因为输出的图像和声音信号必须是模拟的,数模变换常简写成 DAC 或 D/A。

数模变换的方法很多,在这里以二进制加权求和法为例来理解数模变换的过程。图 1-8 中是四位 T 型电阻网络 DAC 的原理图。它仅有 R 与 2R 两种电阻来组成网络,为此从任一节点向左或向右看其等效电阻均为 2R,这种 T 型电阻结构的主要特点是使每节保持 1/2 的分压比。

为了便于分析,首先设输入数码 $a_3a_2a_1a_0=1000$,相当于十进制中的 8,在这里只有 S_3 接到基准电压 U_{REF} ,为了求得输出电压,需用戴维南定理,使其等效到 D 端,其等值内阻为 R,等效电源电压为 $U_{REF}/2$,如图 1-9 所示。不难看出,运放的电压增益。

$$K_U = -\frac{R_f}{R_i} = -\frac{3R}{3R} = -1$$

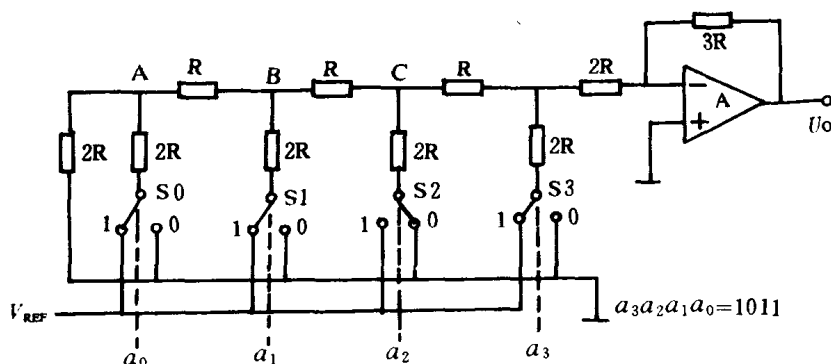


图 1-8 T 型电阻数模变换器

负号仅表示输出信号与输入信号反相,由此求得输出电压 $U_o = -\frac{8}{16}U_{REF}$,若以 $\frac{U_{REF}}{16} = U_{on}$ 为基本计量单位,则 $U_o = -8U_{on}$,显然它表示了二进制数码转换成十进制的模拟量。

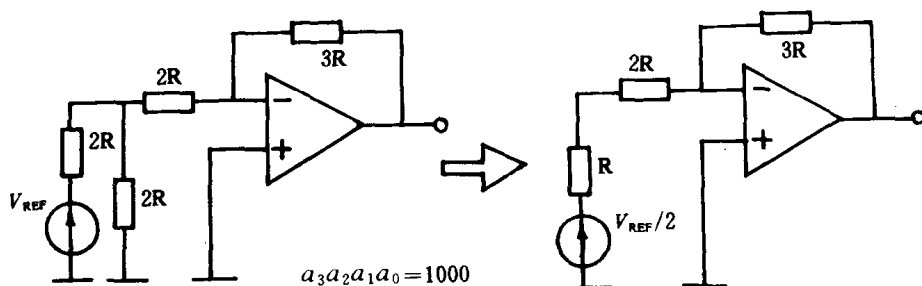


图 1-9 当 $a_3a_2a_1a_0 = 1000$ 时的等效电路

若输入数码为 $a_3a_2a_1a_0 = 0001$,基准电压仅从 S_0 端输入,为了求得运放输出端电压,同样需逐节采用戴维南定理,计算出等效内阻和电源,显而易见,每节等效内阻均为 R ,而等效电压逐节递减一半,由此算出输出电压 $U_o = -\frac{U_{REF}}{2^4} = -U_{on}$,图 1-10 是该数码的电路图与等效电路。

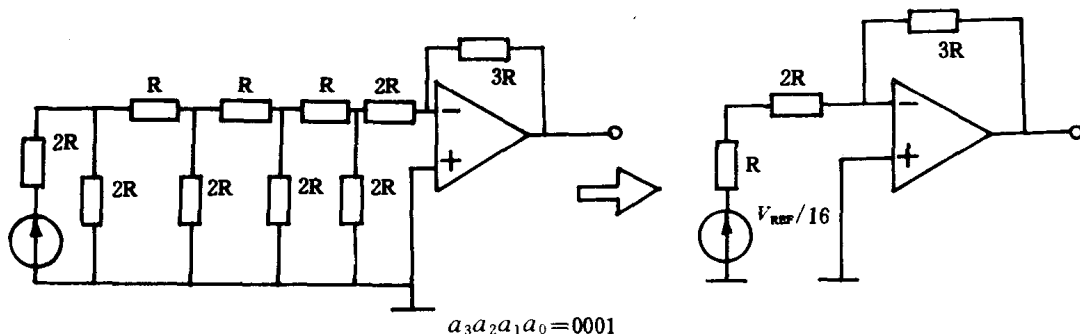


图 1-10 当 $a_3a_2a_1a_0 = 0001$ 时的等效电路