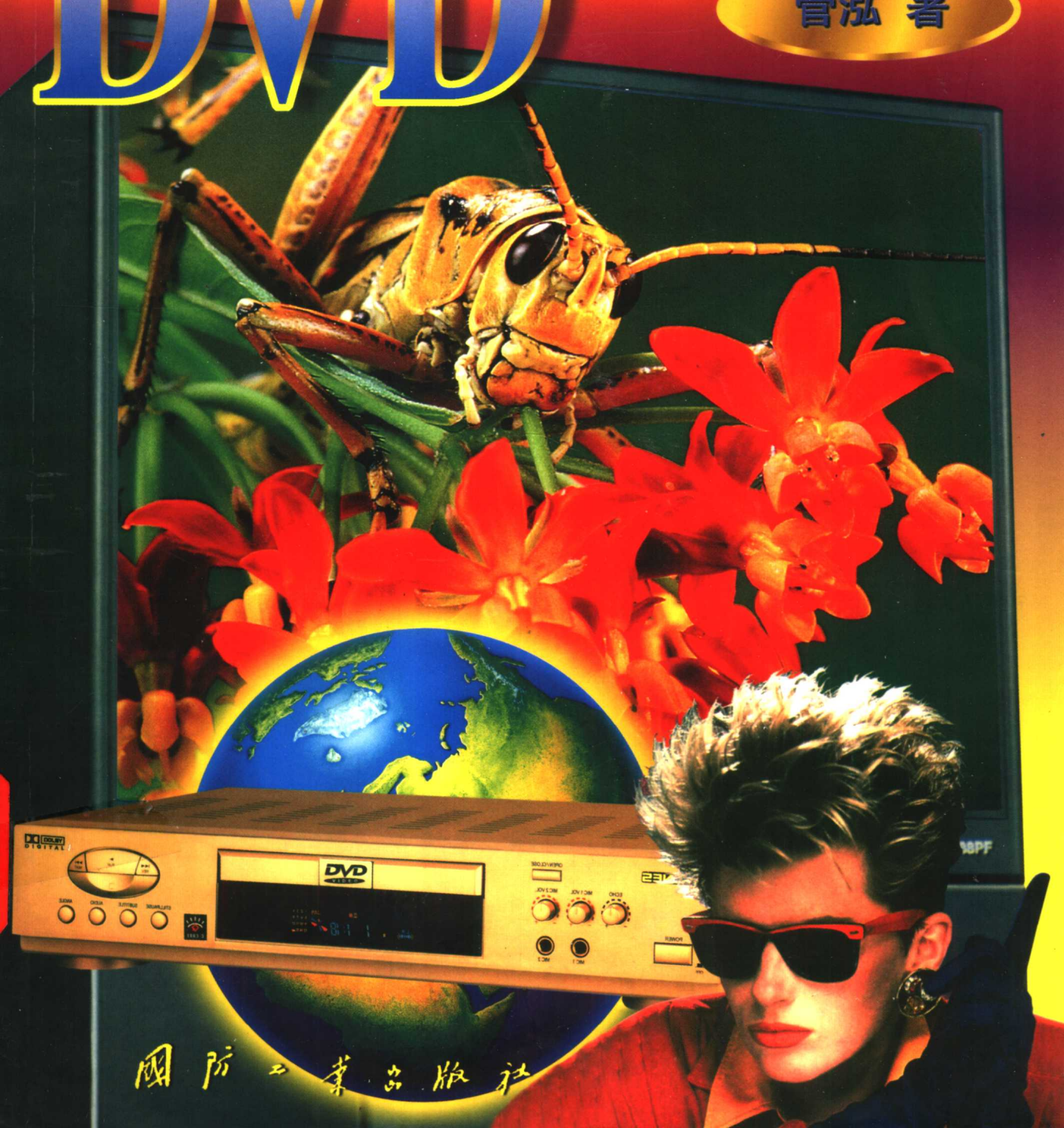


标准数字视盘机

DVD

原理与应用

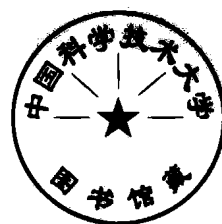
管泓 著



国防工业出版社

标准数字视盘机 DVD 原理与应用

管 泓 著



国防工业出版社

·北京·

图书在版编目(CIP)数据

标准数字视盘机 DVD 原理与应用/管泓著. —北京:国防
工业出版社, 1999. 10

ISBN 7-118-02070-2

I. 标… II. 管… III. 激光放像机-基本知识 IV. TN946

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 02764 号

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号)

(邮政编码 100044)

北京怀柔新华印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 20 $\frac{1}{4}$ 471 千字

1999 年 10 月第 1 版 1999 年 10 月北京第 1 次印刷

印数: 1—5000 册 定价: 28.00 元

(本书如有印装错误, 我社负责调换)

序

自从标准数字视盘机 DVD 问世以来,国内外科技杂志上出现了大量报道,因为它是一代全新的高技术视音频产品,所以特别引起各界人士的关注。在国内大量报道中,重点在于对这一代产品的国内市场预测,主要聚焦于 DVD 产品的节目源、价格以及是否能取代 VCD 等问题。作者在从事 DVD 播放机的开发及国外市场的调查中,认为 DVD 在国内市场肯定有美好的前景,这个认识来自两个方面的原因:一是高技术含量并不会锁定产品的价格,从而影响消费者的接受能力,高技术产品常常由于采用新的技术手段和规模生产,成本会不断降低,达到使广大消费者完全能够接受的程度,计算机的发展历史是一个最好的明证;二是产品的高性能引导着消费者的购买欲望。DVD 的高画质、高音质、强兼容和多功能才能实现真正的家庭影院给予消费者全面的美妙感受。可以确信,DVD 将会在中国市场火热起来,并取代 VCD;在 DVD—RAM 普及和蓝激光读取技术成熟之后,还将取代所有的播放媒体(如家用录像机、CD、LD 等)。

在这样的背景与展望下,作者编著了这本《标准数字视盘机 DVD 原理与应用》,全面系统地介绍了 DVD 技术和系列产品。书中第一章向非专业人员介绍数字技术基本知识,为阅读全书创造条件;第二章阐述了 DVD 盘片结构、技术参数和信息区格式;读者从第三章可以全方位地了解 DVD 的格式之争;第四、五两章介绍 DVD 技术的精髓,读者从中领略到 DVD 的高技术含量并全面系统地了解 DVD 技术;第六章重点介绍了三种 DVD 播放方案的原理、特性、功能以及使用方法;第七章,导航数据结构,对 DVD 来说相当于人体的大脑,是专业人员编制软件的重要素材。本书内容较为全面详尽,相信对各层次的有关人员都能有所裨益。

在本书的编写过程中得到了所在单位领导、美国 ESS 公司及 Zoran 公司的支持;DVD 机芯部分的附图得到了吴玮同志的帮助,作者在此向他们致以衷心的感谢。

本书从收集资料到编写成书时间比较仓促,疏漏之处难免,请广大读者不吝指正。

作者

目 录

第一章 基础知识	1
1.1 数字技术基础	1
1.1.1 数据表示及换算	1
1.1.2 数字化方法	2
1.2 图像显示基础	6
1.2.1 普通电视制式和数字显示格式	6
1.2.2 微机图像显示	10
1.3 光盘技术基础	14
1.3.1 光盘物理结构及记录方式	14
1.3.2 光盘读取原理	17
1.3.3 误码检测和校正简介	18
1.4 数据压缩基本编码举例	20
1.4.1 霍夫曼(Huffman)编码和游程编码	20
1.4.2 离散余弦变换(DCT)	21
第二章 DVD 的主要特点	25
2.1 什么是 DVD?	25
2.1.1 DVD 的定名及发展沿革	25
2.1.2 娱乐业和计算机行业对 DVD 的要求	26
2.1.3 DVD 的分类	28
2.2 DVD 的主要特征	31
2.2.1 高密度(大容量、播放时间长)	31
2.2.2 高画质、高音质和高传输速率	32
2.2.3 高度通用性和高度兼容性	36
2.2.4 高可靠性、高适应性和低成本	38
2.2.5 多功能	39
2.3 DVD 盘片结构和技术参数	45
2.3.1 DVD 盘片结构	45
2.3.2 DVD 盘片技术参数	49
2.4 DVD 信息区格式	54
2.4.1 扇区结构	54
2.4.2 非数据区结构	59
2.5 提高盘片容量的技术措施	62
2.5.1 高密度盘片	62

2.5.2 高精度读取光源	63
2.5.3 高效压缩的高质量压缩算法	64
第三章 DVD 格式之争和发展概况	65
3.1 MMCD 和 SD 格式大战	65
3.2 DVD—Audio 格式的“军阀混战”	69
3.3 DVD—RAM 的“三足鼎立”	71
3.4 区域码的划分	73
3.5 防拷贝措施	76
3.6 大战后的余波	80
3.6.1 DVD 专利之争	80
3.6.2 欧洲 MPEG 音频应用	81
3.7 DVD 产品的发展概况	81
3.7.1 DVD 播放机的发展概况	82
3.7.2 DVD—ROM 和 DVD—PC 的发展概况	84
3.7.3 DVD titles 的放送历程	88
第四章 活动图像伴音压缩国际标准——MPEG—2	91
4.1 MPEG—2 系统标准	92
4.1.1 基本功能	92
4.1.2 多工技术体系	94
4.1.3 系统码流的数据结构	101
4.2 MPEG—2 视频标准	106
4.2.1 图像类型	106
4.2.2 视频数据结构	108
4.2.3 视频解码过程	110
4.2.4 VBV 缓冲检验器	117
4.3 MPEG—2 音频标准	119
4.3.1 总体要求和基本算法	119
4.3.2 低采样频率算法	121
4.3.3 多声道扩展	122
第五章 DVD 系统关键技术分析	125
5.1 DVD 系统的基本工作原理	125
5.2 DVD 高密度光盘的制作	129
5.2.1 模版预处理	130
5.2.2 模版制作	137
5.2.3 DVD 光盘的批量生产	140
5.3 光学读出系统	143
5.3.1 物镜孔径 NA 的确定	144
5.3.2 半导体激光头	145

5.3.3 传动机构	149
5.3.4 兼容性的保证	150
5.4 机械驱动装置	154
5.4.1 光盘装载机构	154
5.4.2 光盘主轴转动机构	155
5.4.3 光拾取单元进给机构	156
5.5 数字信号处理和伺服控制系统	158
5.5.1 聚焦误差信号的检出方法	161
5.5.2 跟踪误差信号的检出方法	162
5.5.3 DVD电路分析	165
5.6 系统/视频/音频解码	170
5.6.1 解码系统方案和各种工作方式	170
5.6.2 系统解码	173
5.6.3 视频解码和显示控制	180
5.6.4 音频解码和输出处理	194
第六章 DVD 系统具体方案介绍	204
6.1 松下 DVD—A300 播放机方案介绍	204
6.1.1 系统技术特点	205
6.1.2 系统功能介绍	205
6.1.3 DVD—A300 整机性能规格	215
6.1.4 电路模块分析	215
6.2 ESS 公司双片解码实现方案	235
6.2.1 电路模块分析	237
6.2.2 主/从处理器	248
6.3 DVD—PC: Zoran 公司的 Vaddis 4PC 实现方案	257
6.3.1 系统特点和功能	258
6.3.2 系统实现方案介绍	260
6.3.3 系统环境架构	275
6.3.4 硬软件安装	276
6.3.5 系统操作	278
第七章 导航数据结构	280
7.1 基本概念	280
7.1.1 DVD—Video 的逻辑数据结构	280
7.1.2 系统模型	281
7.2 视频管理器信息 (VMGI)	282
7.2.1 视频管理器信息管理表 (VMGL_MAT)	283
7.2.2 title 搜索指针表 (TT_SRPT)	285
7.2.3 视频管理器菜单节目链信息单元表 (VMGM_PGCL_UT)	286
7.2.4 播放等级管理信息表 (PTL_MAIT)	287
7.2.5 视频 title 集仲裁表 (VTS_ATRT)	287

7.2.6	文本数据管理器(TXTDT_MG).....	287
7.2.7	视频管理器菜单 Cell 地址表(VMGM_C_ADT)	288
7.2.8	视频管理器菜单视频对象单元地址映射(VMGM_VOBU_AJ_MAP)	288
7.3	视频 title 集信息(VTSI)	288
7.3.1	视频 title 集信息管理表(VTSL_MAT)	289
7.3.2	视频 title 集 PTT 搜索指针表(VTS_PTT_SRPT)	293
7.3.3	视频 title 集节目链信息表(VTS_PGCIT).....	294
7.3.4	视频 title 集菜单节目链信息单元表(VTSM_PGCL_UT)	294
7.3.5	视频 title 集时间映射表(VTS_TMAPT)	295
7.3.6	视频 title 集菜单 Cell 地址表(VTSM_C_ADT)	296
7.3.7	视频 title 集菜单视频对象单元地址映射(VTSM_VOBU_ADMAP)	296
7.3.8	视频 title 集 Cell 地址表(VTS_C_ADT)	296
7.3.9	视频 title 集视频对象单元地址映射(VTS_VOBU_ADMAP).....	297
7.4	节目链信息(PGCI)	297
7.4.1	节目链通用信息(PGC_GI).....	297
7.4.2	节目链指令表(PGC_CMDT)	300
7.4.3	节目链节目映射(PGC_PGMAP)	300
7.4.4	Cell 播放信息表(C_PBIT)	300
7.4.5	Cell 位置信息表(C_POSIT)	302
7.5	播放控制信息(PCI)	302
7.5.1	PCI 通用信息(PCL_GI)	302
7.5.2	非无缝角度信息(NSML_AGLI)	303
7.5.3	高亮信息(HLI)	303
7.5.4	记录信息(RECI)	306
7.6	数据搜索信息(DSI)	307
7.6.1	DSI 通用信息(DSL_GI)	307
7.6.2	无缝播放信息(SML_PBI)	307
7.6.3	无缝角度信息(SML_AGLI)	309
7.6.4	VOBU 搜索信息(VOBU_SRI)	309
7.6.5	同步信息(SYNCI)	311
7.7	导航指令和导航参数	311
7.7.1	导航参数	311
7.7.2	导航指令	315

第一章 基础知识

本章主要供非专业人员阅读,专业人员或熟悉数字及压缩技术、光盘技术、图像显示技术的读者可以跳过此章阅读以后的章节。由于 DVD 集声、像、机、光、电于一体,涉及到的技术新而且面广,因此特设第一章使用较易理解的方式对 DVD 所涉及的一些基础知识加以叙述。

1.1 数字技术基础

1.1.1 数据表示及换算

对于数字,人们都熟悉十进制数字 0~9,这在日常生活中用得最多,而计算机能读懂和使用的大多是二进制和十六进制(0~9 和 A~F)。“位”(bit)是二进制数(binary digit)的缩写,只有两个不同的值,0 和 1。位是信息可分割的最小单位,它的组合包容了所有有意义的信息量。另一个重要的单位“字节”由 8 个二进制位构成,成为一个独立单位,是磁盘、光盘及计算机等的重要实用单位,字节取 8 位源于在 PC 字符集中有 256 个基本元素。一个字节可以具有 $2^8 = 256$ 种不同的位组合,其中位的数值是 2 的幂,例如 01000100 就代表了 $2^6 + 2^2 = 64 + 4 = 68$,最低位(即最右边的一位)是 2^0 。字节既可代表数值也可代表字符(如字符 A 与数值 65 就有对应关系),这主要取决于使用者的程序。在字节上面的单位是“字”,“字”的组成依计算机而定,有的计算机将字看作 2 个字节(即 16 位),有的看作 4 个字节,甚至更强大的计算机看作 8 个字节(64 位),尽管如此,字节仍是可以使用的最为原始的数据。由于大量的字节组合才能代表有意义的信息,因此在计算机领域常遇到千字节 kilobyte(KB)、兆字节 megabyte(MB)、吉字节 gigabyte(GB)以及太拉字节 terabyte(TB)。这里值得注意的是:千字节代表的是 2^{10} 或 1024 个字节,而不是 1000 个字节,以此类推有:1MB = 10^{20} B;1GB = 2^{30} B;1TB = 2^{40} B。对于位、字节和数据的概念,可以作个比喻:一栋房屋(即数据)是由数以万计的砖头(即字节)砌成的,而砖头又是由砂土(即位)做成的。

计算机需要人使用它,控制它,但人们对冗长的二进制数则感到头痛,因此找出了二进制记数法的速记数制:十六进制,每一位十六进制数代表 4 位二进制数,即代表了 16 种模式(从 0000 到 1111 结束),对于超过 9 的数值则用 A~F 来表示。这样就能方便地用两个十六进制数表示一个字节中的所有位,如十六进制的 FF 代表二进制的 11111111。那么如何在十进制和十六进制之间转换呢?这也很简单,假定有一个十进制数 456,由于 $16^2 = 256$, $2 \times 16^2 = 512$,则取 16^2 (十六进制为 100),再将 456 减去 256 得到 200;由于 $12 \times 16^1 = 192$, $13 \times 16^1 = 208$,取 12×16^1 (十六进制为 C0);又将 200 减去 192 得到 8(十六进制也为 8),最终将三项相加即为十六进制 1C8,即代表了十进制数 456。反之亦然,对

于十六进制数 F2B, B 代表十进制数 11; 20 代表十进制数 32; F00 代表十进制数 3840 (15×16^2), 则对应的十进制数应为 $3840 + 32 + 11 = 3883$ 。

接下来的问题就是在计算机中如何表示数据的正数、负数和零, 最常用的方法分原码表示法、补码表示法和反码表示法三种。在原码表示法中, 将数据最高(即最左)一位代表符号, 其余各位给出数值的绝对值, 符号位为 1 代表负数, 为 0 代表正数, 在计算机里正零和负零的表示方法是不同的:

$$[+0]_{\text{原}} = 00000000 \quad (1-1)$$

$$[-0]_{\text{原}} = 10000000 \quad (1-2)$$

由于零就占掉了两个编码, 因此 n 位二进制数只能表示 $2^n - 1$ 个原码(一个字节只能表示 255 个原码数), 但这种表示法实现加减运算不方便。在反码表示法中, 仍是最高位代表符号位, 只是数值位是对负数值各位取反的表示方法, 例如:

$$X = +1010101, \quad \text{则} [X]_{\text{反}} = 01010101 \quad (1-3)$$

$$X = -1010101, \quad \text{则} [X]_{\text{反}} = 10101010 \quad (1-4)$$

$$[+0]_{\text{反}} = 00000000 \quad [-0]_{\text{反}} = 11111111 \quad (1-5)$$

这种表示方法运算也不方便, 计算机中很少用。第三种的补码表示法是计算机中最常用的, 在该系统下, 零只有唯一的编码:

$$[+0]_{\text{补}} = [-0]_{\text{补}} = 00000000 \quad (1-6)$$

这样 n 位二进制数能表示 2^n 个补码数; 补码的具体计算很简单, 只需将反码的最末(即最右)位再加 1 即可, 因此我们可以通过下面的例子理解计算机的数据表示:

$$\text{若 } X = +1010101 \quad \text{则} [X]_{\text{原}} = [X]_{\text{反}} = [X]_{\text{补}} = 01010101 \quad (1-7)$$

$$\text{若 } X = -1010101 \quad \text{则} [X]_{\text{原}} = 11010101, [X]_{\text{反}} = 10101010, \\ [X]_{\text{补}} = 10101011 \quad (1-8)$$

补码表示法之所以比前两种表示法使用广泛, 主要有以下两个原因。

(1) 补码的零表示只有一种, 而原码和反码则有两种, 不仅避免了表示上的麻烦, 而且所能代表的数值也比原码、反码多一个。

(2) 补码运算方便, 正由于原码和反码有两种零的表示方法, 因此在零交界处运算会引起不连续性。例如: 二进制反码 11111110 加 2 时得到的却是错误 00000000, 需再加 1 才正确。而补码则是连续的。

1.1.2 数字化方法

密纹唱片、VHS 录像带、LD 视盘的视频部分记录的是模拟信号, 模拟制彩色电视机接收的和处理的也都是模拟信号, 而 CD 唱片、LD 的音频部分、VCD 视盘及 DVD 视盘记录的则是数字信号。所谓模拟信号指的是时间上连续、数值上也连续的信号; 数字信号则是指在时间上和数值上均离散(即不连续)的信号。模拟信号数字化实质上是按适当的时间间隔测量输入模拟信号的波形, 并以二进制数方式读出各个时刻波形的幅度, 然后将这些二进制数排成脉冲序列。

1.1.2.1 采样

我们看电影时, 视觉上认为电影画面是连续的。其实不然, 一部电影是由一系列离散

时间画面构成,它是以 24 幅每秒静止画面的播放速度来“骗过”人们的眼睛的,当然摄像机捕捉真实活动场面时也必须按 24 幅每秒的速度拍摄记录下来。这些离散时间画面的拍摄可以理解为采样,其采样频率为 24 个样本每秒,即 24Hz。采样实际上就是将模拟信号转换为离散的时间信号;“内插”则相反,是将时间上不连续的一系列样本值间的空隙插上,使之恢复成原始的连续信号波形,内插一般是由低通滤波器来完成的。

为了正确地重现原信号,采样频率的选取至关重要,选择得太低,会使重构出的信号产生失真;而选得太高,又会增加冗余度。亨利·奈奎斯特(Harry Nyquist)于 1933 年创建了采样定理:输入信号能从采样得到的信号序列中重构出来的条件是对输入信号的采样频率 f_s 不应小于输入信号最高频率 f_u 的二倍。当然这是一个理想值,运用中要根据实际情况适当增加采样频率。图 1-1(a)斜线部分为原信号频谱,可以看出虽然采样后丢弃了时域中采样点以外的波形值,而且在频域上增加了一些高频部分,但是原信号的频谱仍

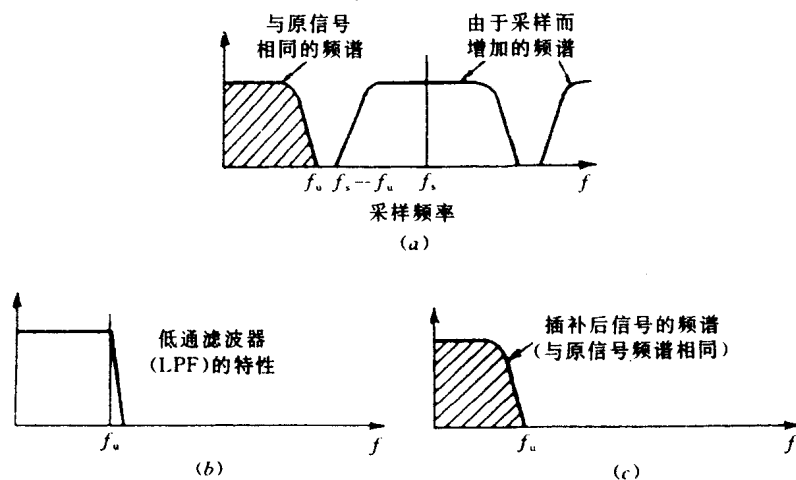


图 1-1 Nyquist 采样示意图

被完整的保留了下来。 f_s 之所以选为原信号最高频率 2 倍以上,主要是为了避免新增加的频谱分布与原信号的频谱分布相互重叠产生混叠噪声,最终造成信号失真。对于因采样产生的多余高频分量,可以用图 1-1(b)所示的低通滤波器滤掉即可。只要满足采样点间隔 $T_s (=1/f_s)$ 等于低通滤波器产生的脉冲响应的零点间隔,并使下一个脉冲正好处于上一个脉冲的脉冲响应零点处,就可以使采样值互不干扰,采样值间的空隙分别由各脉冲响应的下摆部分来插补(如图 1-2 所示),从而可以重构出原信号(见图 1-1(c))。

1.1.2.2 量化

量化过程是将采样得到的信号幅值转换成离散的数字化幅度值,相当于数学运算中取整数时用到的四舍五入算法。以视频输出幅度(1V_{p-p})为例,若将 0~1V(伏特)的输出信号转换成由一个字节表示的数,从模拟角度看 0~1V 之间有无多个数值,而一个字节只能表示 $2^8 = 256$ 个数。因此转换以后,0~1V 之间的电压被分成了 256 个“台阶”(即等级),每个“台阶”高度为 $1/256 = 0.0039V$,这样二进制的 00000000 表示 0.0000~0.0039V;00000001 表示 0.0039~0.0078V;...;11111111 表示 0.9961~1.0000V。很明显,量化后的输出电压丢失了信息,且引入了量化噪声,但量化噪声不超过每级“台阶”高度的一半,因此“台阶高度越小,则量化噪声就越小,这也就是 CD—DA 光盘中的超级

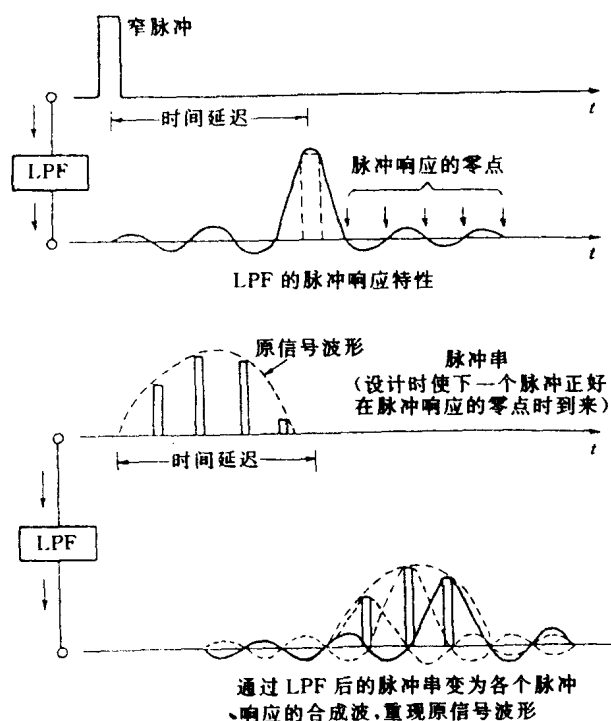


图 1-2 信号重构示意图

高保真音乐采用 2 个字节(16 位二进制数)来表示每个样本,其音质要比用 1 个字节表示的普通音响要好得多的原因。

大家经常能看到的模/数转换(即 A/D 转换)实际上就是采样和量化过程,而数/模转换(即 D/A 转换)是 A/D 转换的逆过程。

1.1.2.3 二进制数的多项式表示法及其运算

由于检错和纠错技术涉及到二进制数的多项式及运算,因此特加入这一小节。以十位二进制数 1100110001 为例,我们可以以加权方式写成:

$$\begin{aligned}
 1100110001 &= 1 \times X^9 + 1 \times X^8 + 0 \times X^7 + 0 \times X^6 + 1 \times X^5 + \\
 &\quad 1 \times X^4 + 0 \times X^3 + 0 \times X^2 + 0 \times X^1 + 1 \times X^0 \\
 &= X^9 + X^8 + X^5 + X^4 + 1 = M(X)
 \end{aligned} \tag{1-9}$$

作为二进制数, $X=2$, 这里为了表达更为方便,故仍保留 X 表示。

对于移位运算:

$X^3 M(X) = X^{12} + X^{11} + X^8 + X^7 + X^3$, 相当于是将 $M(X)$ 信息序列向前移了 3 位。

对于加法运算:

$$\text{假设 } N(X) = X^8 + X^5 + X^3 + 1$$

$$\text{则 } M(X) + N(X) = X^9 + (X^8 + X^8) + (X^5 + X^5) + X^4 + X^3 + (1 + 1) \tag{1-10}$$

由于二进制数 $1 + 1 = 0$, 所以同幂项相加就消掉。

$$\therefore M(X) + N(X) = X^9 + X^4 + X^3 \quad (1-11)$$

另外,由于二进制运算基本上不进位,所以减法与加法的结果相同:

$$1+1=0, 1-1=0。 \quad (1-12)$$

对于除法运算:(乘法比较直观,故省略)

$$\text{又设} \quad G(X) = X^5 + X^4 + X^2 + 1$$

$$X^3 M(X) \div G(X) = (X^{12} + X^{11} + X^8 + X^7 + X^3) \div (X^5 + X^4 + X^2 + 1) \quad (1-13)$$

$$\begin{array}{r}
 \begin{array}{ccccccc}
 & & X^7 & & + & X^4 & + X & + 1 \\
 X^5 + X^4 + X^2 + 1 & \overline{) X^{12} + X^{11} + X^8 + X^7 + & & & X^3} \\
 \underline{X^{12} + X^{11} + X^9 + X^7} & & & & & & & \\
 & & X^9 + X^8 + & & & & X^3 & \\
 & & \underline{X^9 + X^8 + X^6 + X^4} & & & & & \\
 & & & & X^6 + X^4 + X^3 & & & \\
 & & & & \underline{X^6 + X^5 + X^3 + X} & & & \\
 & & & & & & X^5 + X^4 + X & \\
 & & & & & & \underline{X^5 + X^4 + X^2 + 1} & \\
 & & & & & & & X^2 + X + 1
 \end{array}
 \end{array}$$

$$\begin{aligned}
 \text{所以, } X^3 M(X) &= (X^7 + X^4 + X + 1)G(X) + (X^2 + X + 1) \\
 &= Q(X)G(X) + R(X) = U(X) + R(X)
 \end{aligned} \quad (1-14)$$

该多项式中, $M(X)$ 称作信息多项式、 $G(X)$ 为生成多项式、 $Q(X) = X^7 + X^4 + 1$ 为商多项式、 $R(X) = X^2 + X + 1$ 为余数多项式,而 $U(X)$ 称为发送多项式。

1.1.2.4 二进制码的传送速率

二进制码的传送速率是指每秒钟必须处理的脉冲数。以高质量 DVD 音频光盘(DVD—Audio)为例,其采样频率为 96kHz,8 个声道,量化位数为 16b。采样频率 96kHz 意味着,在 1 秒钟内将取 96×10^3 个采样点,而每个采样点的数值用在时间上相继出现的 16 个“1”和“0”来表示。因此,二进制码的传送速率为

$$\begin{aligned}
 \text{量化位数} \times \text{采样频率} \times \text{通道数} &= 16 \times 96 \times 10^3 \times 8 \\
 &= 12.288 \times 10^6 \text{b/s} = 11.72 \text{Mb/s}
 \end{aligned} \quad (1-15)$$

当然在实际 DVD—Audio 中,除了信息比特之外,还有同步及纠错等冗余比特,因而实际传送速率高于 11.72Mb/s。

1.1.2.5 PCM 的基本概念

在采样、量化之后,还要将一系列的二进制数组(每一组代表一个采样点数值)排列成顺序脉冲列,即编码过程,这种编码使用的是同样幅度、同样脉宽的脉冲的有与无(即“1”和“0”),因而称之为脉冲编码调制(PCM——Pulse Code Modulation)。PCM 与人们熟悉的调幅(AM)和调频(FM)一样是一种调制方式,(PCM)需要对模拟信号进行采样和量化,调制后的数字信号与构成码的位数相对应。例如,当采样频率为 64kHz、量化等级为 65000 时,PCM 就可以用 16 位二进制数($2^{16} = 65536$)来构成 65000 个码以保证信号的最大带宽,这时每秒需要传输 $64 \times 10^3 \times 16 = 1.024 \times 10^6$ 个脉冲。与 AM、FM 方式相比,PCM 方式虽然所需频带较宽,却具有极强的抗干扰能力,因而得到了广泛的应用,尤其在

音频领域,CD、DAT(数字磁带录音机)等均采用 PCM 技术,甚至在 DVD 中,PCM 方式也作为音频必选项中的一项,表 2-1 给出了高质量 PCM 方式的实例。

表 2-1 高质量 PCM 方式的实例

信号名称	信号频率 /kHz	采样率 /kHz	位数/样本 /b	数码传输率 /kb·s ⁻¹
电话语音	3.4	8	8	62.5
音乐(超级 Hi-Fi)	20	44.1	16	689/声道
DVD—Audio 方式 1	20	48	24	1125/声道
DVD—Audio 方式 2	20	96	16	1500/声道

1.2 图像显示基础

1.2.1 普通电视制式和数字显示格式

1.2.1.1 普通电视制式

图像光栅扫描分为隔行扫描和逐行扫描两种,图 1-3 显示了两种扫描方式的区别,彩色电视采用的是隔行扫描方式,无论是摄像端还是显像端获取一帧(幅)图像均要扫描两次,并由奇数场和偶数场合并组成一帧图像,并要求第一场结束于最后一行的一半,而且必须回扫到显示屏顶部中央,这样可以保证相邻的第二场各扫描线恰好嵌在第一场各扫描线的中间,从而使一帧图像总行数始终为奇数。计算机显示器主要采用逐行扫描方式。我们定义每秒钟扫描的行数为行频 f_H ;每秒钟扫描的场数称作场频 f_i ;每秒扫描的帧数称作帧频 f_F 。对于隔行扫描而言, $f_i \neq f_F$ 。

彩色电视用 Y 、 C_1 、 C_2 彩色表示法分别表示亮度信号和两个色彩信号,这种表示法的优点在于 Y 分量可由黑白电视机直接使用不需任何处理;另外可以通过选择合适的色度比例来节省信号的带宽,一般来说,由于人们的视觉对颜色的敏感程度远不如亮度,因此 C_1 、 C_2 的带宽大多明显低于 Y 的带宽。

自彩色电视问世以来,各国提出了众多制式,但目前实际用于彩电广播的主要有三种:NTSC 制、SECAM 制和 PAL 制。

NTSC 是国家电视制式委员会的缩写,是 1953 年美国提出的一种兼容彩色电视制式。NTSC 制研究得最早,选用 I 、 Q 作为色差信号 C_1 、 C_2 ,并对彩色副载波进行正交平衡调制,目前采用 NTSC 制的有美国、日本、加拿大、台湾地区、韩国、菲律宾等。这种制式既能尽量压缩视频信号带宽,又能保证彩色图像质量,而且信号处理容易,但也存在对相位失真敏感等的缺点。该制式一帧图像总行数为 525 行,行频 $f_H = 15750\text{Hz}$,行周期为 $63.5\mu\text{s}$,场频 $f_i = 60\text{Hz}$,帧频 $f_F = 30\text{Hz}$ 。

SECAM 是顺序传送彩色与存储的意思,它采用逐行依次传送色差信号($R-Y$)和($B-Y$)的方法来避免串色和由其造成的彩色失真,但存在行顺序效应以及不利于数字化处理和 Y/C (亮/色)的彻底分离。目前法国、原来的苏联所属各国及东欧各国采用该制

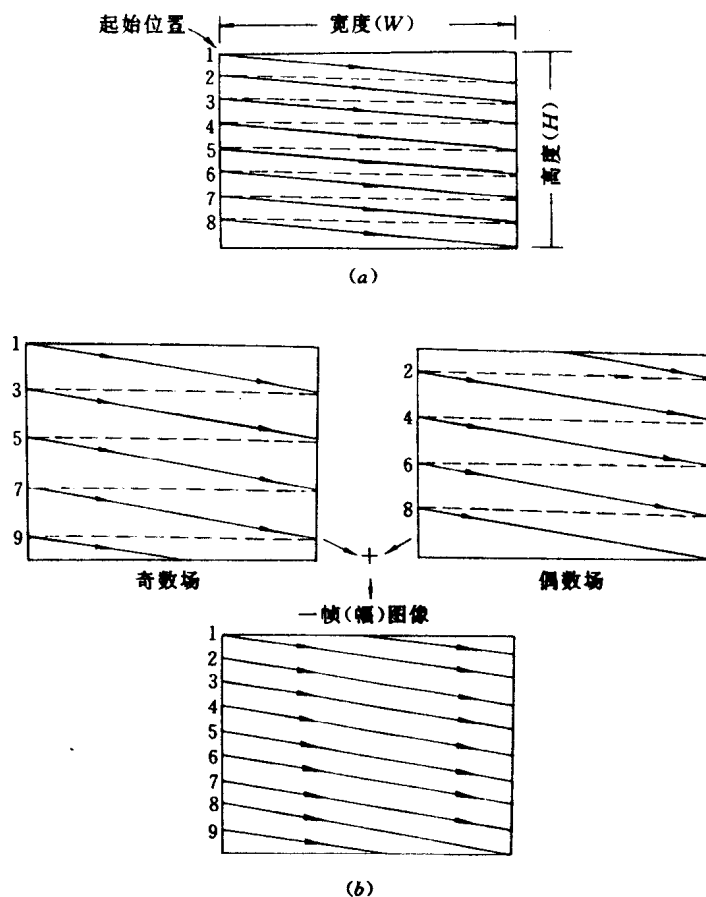


图 1-3 图像的光栅扫描

式。

PAL 制是 1962 年西德研制出来的、用于克服 NTSC 制相位敏感性的一种改进制式。PAL 是逐行倒相的缩写, PAL 制选用 U、V 色差信号, V 信号对副载波进行平行调幅后形成的 V 色度信号分量逐行倒相, 并采用逐行梳状滤波器分离后再同步检波, 最终利用视学平均效应补偿因小幅度串色所引起的彩色失真。但 PAL 制也存在“爬行”现象、半帧频闪烁、彩色清晰度不如 NTSC 制以及信号处理较复杂等缺点。中国、朝鲜以及西德、英国等西欧国家采用这种制式。

1.2.1.2 CCIR601 建议

为了使 NTSC、PAL、SECAM 三大制式在比特时代统一起来, 在 1982 年 2 月 CCIR (国际无线电咨询委员会) 第 15 次会议上, 通过了 601 号建议, 建议数字电视演播室采用分量编码格式, 并以 $Y:(B-Y):(R-Y)=4:2:2$ 标准作为电视演播室数字编码的国际标准。分量编码是分别对 Y、B-Y、R-Y 三个基带分量信号进行编码, 并采用三大制式行频公倍数 2.25MHz 的整数倍 13.5MHz 作为亮度信号采样频率, 色度信号采样频率取其一半即 6.75MHz。这种编码方式既避免了复合编码中与副载波之间的差拍干扰问题, 而且使三大制式数字化后的信号均具有正交取样结构, 从而实现了三大制式数字统一的设想。另外还有针对图像信号源及特殊高质量视频信号的 4:4:4 标准和 2:1:1 标准。

4:4:4标准中无论亮度还是色度,其采样频率均取 13.5MHz;而 2:1:1 标准对亮度和色度的采样频率分别为 6.75MHz 和 3.375MHz,每行样点数比 4:2:2 标准减少了一半。

1.2.1.3 数字图像显示格式

数字图像显示格式定义了各分量的采样点数量、分布位置以及各分量采样点所代表的位数。下面简要介绍几种常见的数字图像显示格式(这里默认三分量为 Y、U、V,各采样点为 8 位无符号整数)。

(1)CCIR(4:2:2)格式

U 分量和 V 分量在水平方向上亚取样(即选择一部分采样点进行编码和传输)比率为 1/2,水平方向上每隔一个 Y 点就有一个 U 点和一个 V 点(如图 1-4 所示)。

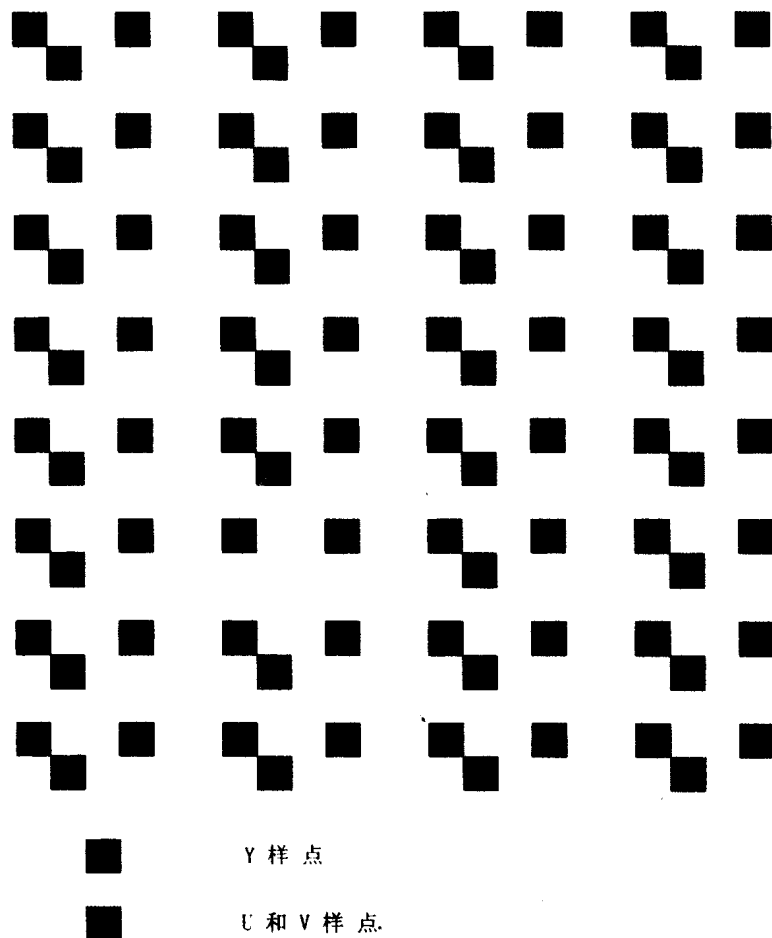


图 1-4 CCIR(4:2:2)格式

(2)MPEG—1 格式

UV 分量在水平和垂直方向上亚取样比率均为 1/2,U 点和 V 点位于四个 Y 点的中间(见图 1-5 和图 1-7)。

(3)MPEG—2 格式

UV 分量在水平和垂直方向上亚取样比率均为 $1/2$, 每隔一对 Y 点存在 U 和 V 点, 位于两个 Y 点垂直方向的中间处(图 1-6、图 1-8 和图 1-9)。

(4) CD+G 格式

UV 分量不进行亚取样处理, 有 Y 点就有 U 和 V 点(图 1-10)。

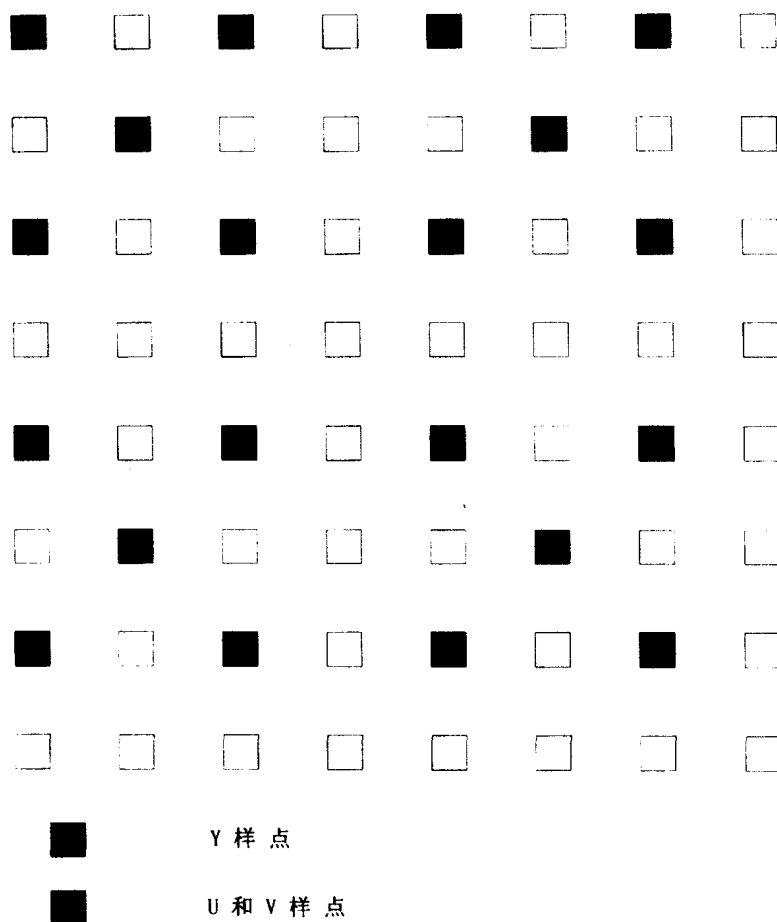


图 1-5 SIF(MPEG-1)格式(CCIR 尺寸光栅)

其中, CCIR—NTSC Y 分量采样点为 720(或 704)点 $\times$ 480 行。

而 CCIR—PAL Y 分量采样点为 720(或 704)点 $\times$ 576 行。

SIF—NTSC Y 分量为 352 点 $\times$ 240 行;

C 分量为 176 点 $\times$ 120 行。

SIF—PAL Y 分量为 352 点 $\times$ 288 行;

C 分量为 176 点 $\times$ 144 行。

Half D₁—NTSC Y 分量为 352 点 $\times$ 480 行;

C 分量为 176 点 $\times$ 240 行。

Half D₁—PAL Y 分量为 352 点 $\times$ 576 行;

C 分量为 176 点 $\times$ 288 行。