

# 光盘只读存储器的物理结构及原理

潘树陆 朱文东 武港山

(南京大学计算机科学技术系 南京 210093)

**摘要** 本文简要介绍了光盘只读存储器(CD-ROM)的存储原理,着重描述了它的物理记录格式,并详细讨论了光盘的控制和显示机制。

**关键词** 多媒体, 存储介质, CD-ROM, 记录格式。

## THE PHYSICAL STRUCTURE AND PRINCIPLE OF A COMPACT DISK-READ ONLY MEMORY

Pan Shulu, Zhu Wendong, and Wu Gangshan

Department of Computer Science and Technology, Nanjing University, Nanjing 210093

**Abstract** This paper briefly introduces the store principle of a CD-ROM, describes its physical record form, and discusses its control and display mechanism.

**Keywords** Multimedia, store medium, compact disk-read only memory, record form.

光盘存储技术,作为一种新兴的信息存储手段,在计算机外部存储设备应用方面很快成长和发展。它已与磁存储技术相互竞争,开拓出许多新的应用领域。作为数据记录介质,它可以用来存储声音、视频、图像数据、文本和数字数据。其内容包括百科全书、手册、各种软件、公司年度报告、零件图纸、文档等资料和专用资料信息。本文将介绍光盘是怎样存储这些信息的。

### 1 只读光盘存储原理及其特点

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上(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)。而用另一束激光束作检测光信号,经过解调取出信息(读出过程),因此,与磁存储技术相比,光存储具有以下优点:

文稿收到日期:1994-11-20。潘树陆,副教授,主要从事计算机图形学与CAD研究工作。朱文东,硕士,主要从事多媒体和文字处理技术研究工作。武港山,博士研究生,主要研究方向为CD-ROM和多媒体技术。

(1) 存储密度高。光盘的道密度为600—1000道/毫米，比磁盘高几十倍，因此一张 CD-ROM 的信息容量一般为硬磁盘的几倍，是软盘的几百倍。

(2) 存储寿命长。只要光盘介质稳定，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。光盘机中光头与光盘间距约有1—2毫米，光头不会磨损和划伤盘面，因此光盘可自由更换，而接触式读写的硬盘却不能这样自由更换盘片。

(4) 光盘的信噪比高，因此可靠性更高。

但光盘的读出速度是个瓶颈问题，信息容量大，速度要求高，不过随着光盘驱动器性能的提高，目前市场上已有四倍频的驱动器，因此它的传输率可达600KB/秒。

## 2 CD-ROM 的数据定义

CD-ROM 信息轨迹为连续的螺旋形。如果将它的信息轨道拉直，则象一条磁带。这条信息轨道上的信息从头至尾可分成三部分：导入区、编程区和导出区。

编程区又可分为若干信息轨段(information track)，每个轨段的长度至少为4秒，且不包括这一段的暂停和预处理部分。每个轨段可以是数据轨段也可以是声音轨段。每张盘上的轨段数不能超过99。有些 CD-ROM 数据只有一个轨段，即数据轨段。有的盘片上存放声音，例如有16首歌曲，则分成16个轨段存放。

数据轨段是由多个数据块组成的。每个数据块含有效符号2352个。每个符号为8位二进制数，因此数据块的长度是2352字节。

声音轨段是由16位的二进制数组成的，详细的规范和 CD-DA 一样。

## 3 物理数据的数据格式

一个数据块含有四个域：同步域、头域、用户数据域、辅助数据域。它的大致结构如图1所示。

同步域中的首字节和尾字节为0，其他10个字节为0FFH，它们用以标志块的开始。头域中有4个字节，包含编址信息和存储模式。块的编址是按分、秒、块三级进行的，与扇区的对应关系为：1分=60秒，1秒=75块，一块为一个扇区。这里的分、秒已不是时间单位，而是信息的编址单位(见图2)。

模式有三种，模式0表示块中的数据为0；模式1表示块中数据含有错误检测和校验码。用户数据域中的2048字节，在模式0下，全部置0；而在模式1和模式2中为用户数据。辅助数据域中，在模式0下，全部置0；而在模式1中存放用户数据的检测和校验码。在模式2中，由于不需要带错误检测和校验码，所以辅助数据域中也存放用户数据。

在模式1中，辅助数据域存放的错误检测和校验码结构(见图3)。其中 P 校验为行校验，Q 校验为列校验。

同步域	12 字节
头	4 字节
用户数据	2048 字节
辅助数据	288 字节

图 1

12	13	14	15
分	秒	块	模式

图 2

错误检测码	4 字节
充 0	8 字节
P - 奇偶校验	172 字节
Q - 奇偶校验	104 字节

图 3

### 4 帧结构

由于 CD-ROM 系统必须是自同步的，因此要将数据流分成若干帧，每帧包括：

- (1) 24比特的同步模式；
- (2) 24个8比特的数据符号；
- (3) 8个8比特错误校验符号；
- (4) 1个8比特的控制和显示符号。

经过调制每个符号(8比特)变成3+14个通道位(channel bit)。同步模式由24个通道加上3个用来归并和低频抑制的通道位。因此每帧中所含的总通道位为：

同步模式	24+3
控制和显示	1×(14+3)
数据	24×(14+3)
错误校验	8×(14+3)
共 计	588

每帧由588个通道位组成，其中含24字节的有效数据。将数据符号调制成帧时，将8位编码的符号先调制成14位偏码，这样可以减少错误率。因为14位编码可表示 $2^{14}=16K$ 种代码，而只取其中 $2^8$ 即256种作为有效码，其余的均作错误码处理。14位编码再加上3个用来归并和低频抑制的通道位，这样一个符号就占用了17个通道位，由数据变成帧的大致过程如图4所示。

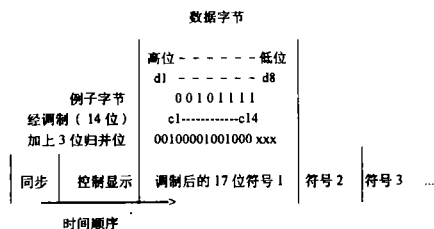


图 4

### 5 控制和显示

每帧有数据24字节，而每个数据块有2352个字，即每个数据块有98帧。而每帧有一个符号用于控制和显示，所以每个数据块的控制和显示符号有98个。每个符号的有效数据为8位，分属于8个子编码通道，这8个通道分别命名为 P、Q、R、S、T、U、V、W。其中通道 P 只是简单的轨段分隔标志，一些简单的搜索系统可用此标志来寻找轨段。通道 Q 用于比较复杂的播放器中。它们都是用来定位和控制的，在微机中可靠性要求较高，因此常用通道 Q 来进行定位和控制。通道 Q 中存放轨段号、时间及编址等信息。通道 R 到 W 是用作显示的。

控制和显示的符号调制过程可大致用图5来表示。

每个物理数据块有98个用于控制和显示的符号，它们的结构如图6所示。

头两个符号是用于块同步的，而帧中的同步模式是用于帧同步的，后面的96位二进制数为控制和显示的命令和数据。

- (1) 通道 P

通道 P 的位编码规则如下：

数据： P=0

数据开始： P=1

它在一个轨段开始时为1，到了存储有效数据时变为0。

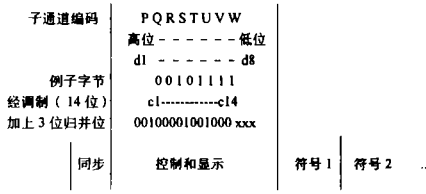


图 5

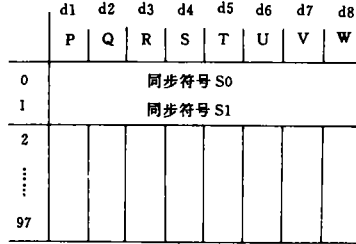


图 6

(2) 通道 Q

通道 Q 的数据格式如图7所示。

控制域包含4个标志位，用来定义轨段中信息的种类，各位含义为：

类，各位含义为：

- 00x0 2声道不带预强调(pre-emphasis)
- 10x0 4声道不带预强调(pre-emphasis)
- 00x1 2声道50/15毫微秒的预强调
- 10x1 4声道50/15毫微秒的预强调
- 01x0 数据轨段
- xx0x 禁止数据拷贝
- xx1x 允许数据拷贝

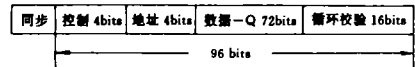


图 7

地址域用来控制数据 Q 的含义，数据 Q 为72比特，循环校检码所对应的校验范围是控制域、地址和数据 Q 域，不包含同步信号，其校验多项式为：

$$P(X) = X^{16} + X^{12} + X^5 + 1$$

数据 Q 按地址域的控制可分为三种格式：格式1中，其地址域数值为0001，72比特的数据 Q 记录着当前块的地址信息，按分、秒、块三级进行编址。在格式2中，其地址域数值为0010，这时数据 Q 的前52比特为13个BCD码，用作盘片的分类编号，在同一盘片上这个号码是不变的，若无分类号可以将其全部置0，也可不要这种格式的数据。在格式3中，其地址域数值为0011，这种格式的数据 Q 域主要用来给某一个音乐轨段记录一个唯一的号码，在导入和导出区，没有这种格式和数据，但在同一个音乐轨段中这一号码是不变的。

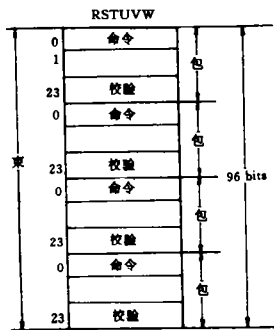


图 8

通道 Q 主要用于复杂的控制中，含有地址信息和其他一些识别或定位信息，是计算机中控制 CD-ROM 的主要控制数据。

通道 Q 主要用于复杂的控制中，含有地址信息和其他一些识别或定位信息，是计算机中控制 CD-ROM 的主要控制数据。

(3) 通道 R—W

通道 R-W 的数据被作为一个整体,主要用于播放过程中的数据和图像显示,它的基本格式如图8所示。

24个6位二进制数(R-W)称为一个包(pack),一个束(packet)由4个包组成,同步信号 S0与 S1后便是束中的第一个包的命令。包中命令的前3位为模式(mode),后3位为模式的子类称为条目(item),定义的模式-条目组合如下:

模式	条目	
0 0 0	0 0 0	: 0模式
0 0 1	0 0 0	: 线-图形模式
0 0 1	0 0 1	: TV-图形模式
0 0 1	0 1 0	: 扩展 TV-图形模式
0 1 1	0 0 0	: MIDI 模式
1 1 1	0 0 0	: 用户模式

其他的组合为将来保留。

0模式的包中所有位都为0,用作空的通道,所以包中没有数据传输时可以使用0模式。

线-图形系统所提供的可在 $288 \times 24$ 像素的显示表面上表示文本和图形画面。数据显示区可分为 $48 \times 2$ 个小区域,每个小区域含 $6 \times 12$ 个像素。显示页面的存储大小为 $50 \times 4$ 个小区域,外部的行和列存储数据用作滚动,这部分的行和列不可见。

TV-图形系统能显示文本和图形画面,数据显示在 $48 \times 16$ 个小区域中,存储区为 $50 \times 18$ 个小区域,显示窗口外的部分用作滚动。扩展 TV-图形系统允许描绘逼真的图像与视频效果,它是通过组合 mode-1、item-1和 mode-1、item-2来实现的,它用两个图形内存,可作为一个8位位平面显示256色图像,也可用作两个独立的4位位平面,显示两个16色的图像。

MIDI 模式是遵守国际 MIDI 联盟的规范设立的数据通道,可以在读 CD-ROM 其他数据的同时,输出 MIDI 数据。用户模式的指令和数据由专用的 CD 用户使用,无统一的标准。

## 6 结束语

随着 CD-ROM 应用领域的不断扩大,其技术越来越趋于成熟,它的速度也在不断提高,目前已有四倍频的 CD-ROM 驱动器投放市场,它的应用前景也将日益广阔。

### 参 考 文 献

- [1] CD-ROM System Description. Sony & Philips, 1988, 9.