

完 全 手 册 系 列 公 书

光盘

刻录机

完全手册

谢飞宇 刘健 编著



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

完全手册系列丛书

光盘刻录机完全手册

谢飞宇 刘健 编著

中国电力出版社

内 容 提 要

随着价格的下降和性能的不断提升,光盘刻录机逐步走向个人电脑用户,在自己的电脑上安装一台性能优良的光盘刻录机甚至 DVD 已不再是一个奢侈的梦想。本书详尽地介绍了刻录机的工作原理、主流品牌刻录机的性能比较、常见刻录软件的安装使用、DVD 技术以及制作个人光盘的基本技巧。对于光盘刻录中常见的问题,本书在附录中也作了详尽的解答。

本书既适合初、中级电脑爱好者阅读,也可作为专业技术人员的参考手册。

图书在版编目(CIP)数据

光盘刻录机完全手册/解飞宇等 编著. —北京:中国电力出版社, 2000. 1

(完全手册系列丛书)

ISBN 7-5083-0170-6

I. 光… II. 解… III. 光存储器-手册 IV. TP333.4-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 63769 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路 6 号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)

三河市实验小学印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2000 年 5 月第一版 2000 年 5 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 13.25 印张 296 千字

定价 19.00 元

版 权 所 有 翻 印 必 究

(本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换)

前 言

在这个信息爆炸的时代，快捷的生活节奏、频繁的信息交流使大家拥有并处理的信息量急剧增长。我现在还清楚地记得 1992 年的夏天，为了得到一份 Borland C++ 3.1，自己是怎样怀揣 18 张大盘(5.25 英寸)，软磨硬泡、东奔西跑，以及得来后是如何地欣喜若狂。而今各种大容量的方便的存储设备的面世，使得当时的辛苦永远成为了回忆。

在现在的各种快捷、方便的存储设备中，光盘脱颖而出，成为一股有强大生命力的新兴力量。

现在的电脑市场上，“光盘刻录机”已经成为一个人们经常可以听见的词，而且从很多代理商和部分高手的口中，人们也经常可以听到“CD-R”和“CD-RW”的叫法。对于“光盘刻录机”，人们也许大都已经有了一个概念，知道可以用它来自己制作光盘，但对“CD-R”和“CD-RW”到底是指什么、以及“光盘刻录机”、“CD-R”和“CD-RW”之间到底是什么关系，却并不是每一个人都搞得十分清楚。本书将就上述基本问题做详细介绍。

此外，作为光驱类产品的延伸的 DVD 技术飞速发展，其容量大、体积小、画质高、音质好的特点，为它成为明日之星起了决定性的作用。虽然人们对 DVD 这个话题并不感到陌生，但是对其了解却十分有限，所以本书将对 DVD 技术做一个全面的介绍。

同时，还有许多用户渴望着自己能够使用光盘刻录机进行工作和娱乐，从而提高工作的效率。例如制作自己的 VCD，DVD 和 CD 唱片，利用光盘进行数据的保存，对有价值的光盘进行复制保存等。本书对这些应用也将进行较为具体的介绍。

另外，现在盗版活动比较普遍，因此，在本书中也介绍了一些对制作的光盘产品进行保护的手段。

总而言之，这是一本适合从初级到高级读者阅读的读物，较为详尽的介绍了关于刻录机从基本到高级的知识。当然，由于作者水平有限，时间仓促，错误、纰漏之处是难免的，希望广大的读者批评指正。

参与本书的编写工作的有解飞宇、刘健、赵剑云等。

编者

2000 年 2 月

目 录

前言

第一章 光盘刻录机的原理	1
1.1 光盘的原理	1
1.2 CD-R 的原理	11
1.3 CD-RW 的原理	12
1.4 DVD 的原理	14
第二章 光盘刻录机的类型和选购原则	16
2.1 关于 X 倍速的讨论	16
2.2 光盘刻录机的接口	17
2.3 光盘刻录机的上盘方式	18
2.4 选择 CD-R 还是 CD-RW	18
2.5 光盘刻录机的性能指标和选购原则	19
第三章 光盘刻录机产品介绍	24
3.1 HP 公司的产品	24
3.2 Philips 公司的产品	25
3.3 Sony 公司的产品	26
3.4 Mitsumi 公司的产品	27
3.5 JVC 公司的产品	28
3.6 Yamaha 公司的产品	28
3.7 Optima 公司的产品	30
3.8 Plextor 公司的产品	30
3.9 TEAC 公司的产品	31
3.10 Ricoh 公司的产品	32
第四章 CD-R 和 CD-RW 的空白盘	34
4.1 CD-R 和 CD-RW 空白盘片概述	34
4.2 三种类型的 CD-R 光盘	36
4.3 CD-R 和 CD-RW 的性能测试	39
4.4 避免挑盘问题	42
第五章 光盘刻录机的安装	44
第六章 光盘刻录机的常用软件	50

6.1	Easy-CD Pro	50
6.2	Easy CD Creator	53
6.3	Packet CD	59
6.4	Video Pack 4.0	60
6.5	VCD Writing Tools	65
6.6	WinOnCD	72
第七章	光盘刻录机的使用	78
7.1	备份硬盘中的资料	78
7.2	在同一张光盘上分多次刻录资料	85
7.3	制作自己的 CD	87
7.4	避免音爆现象	90
7.5	光盘复制	91
7.6	制作混合式 (Mixed mode) 光盘	92
7.7	制作 CD Extra 格式的光盘	94
7.8	制作启动光盘	95
7.9	制作 CD-TEXT 格式的光盘	98
7.10	清除 CD - RW 上的资料	99
7.11	CD-RW 刻录实战	101
7.12	快速 FORMAT RW 盘片	103
第八章	制作自己的 VCD	106
8.1	VideoCD 简介	106
8.2	VCD 的复制和使用	108
8.3	VideoCD 的制作	109
8.4	使用 Video Pack 4.0 制作	113
第九章	光盘的加密	121
9.1	初级篇	121
9.2	中级篇	130
9.3	高级篇	135
第十章	DVD 技术和 DVD 刻录	138
10.1	DVD 技术概述	138
10.2	DVD-ROM、DVD-R 和 DVD-RAM	155
10.3	DVD-ROM 和 DVD-RAM 产品介绍	167
10.4	制作自己的 DVD	170
附录	疑难解答	175
A	关于 CD-R 和 CD-RW 的疑难解答	175
B	关于 DVD 的疑难解答	200

第一章 光盘刻录机的原理

在“只有偏执狂才能生存”的计算机业界，每年都会涌现出许多新的硬件，光驱家族自然也不例外。最近一年，许多人逐渐开始注意到一种在市场上表现突出的光驱设备——光盘刻录机。光盘刻录机及盘片的价格的下降和性能的提升，使其成为计算机 DIY 一族的新宠。仅以一次性写入光盘（CD-R）为例，年需求量就从 1992 年的 68 万张飞速地增长到 1998 年的 5 亿张。现在，刻录一张光盘来纪念大学毕业、婚宴喜事等，已经是很普通的事情了。

有了光盘刻录机，如果要完全发挥它的功能，你就必须了解光盘刻录机的一些原理，而要了解光盘刻录机的原理，当然要先懂得光盘的原理。因此，本章将先介绍光盘的原理和一些有关的标准，然后介绍当前最流行的两种可刻录光盘——CD-R 和 CD-RW。

1.1 光盘的原理

1.1.1 光盘表面对激光的反射

谈到光盘的原理构造，就不能不谈到激光。光盘出现之前的储存媒体（如唱片、录像带、录影带、磁盘等），在还原再生时都不可避免地要和再生机件（如唱机的唱针、录像机的磁头等）做直接的接触。久而久之，媒体和机件就会两败俱伤，不管是早期的唱针和唱片或是现在还普遍使用的录/放音磁头和录音带，到最后都会因磨损而丧失原来的音质，这就是所谓的失真，甚至还会伴有杂音。而光盘却不然，它依靠激光束打到光盘上反射回来的信号再生，所以绝不会因接触而产生磨损，所以存储在光盘上的资料和数据可以多年不坏。关于光盘对激光的反射过程可参见图 1-1。

那么，光盘是如何把激光反射回来呢？这和光盘表面有很大的关系，存放数据的光盘表面有很多的坑（Pit）和岛（Land）。我们先解释一下这两个名词：在光盘上有螺旋状的轨道（Track），而这些轨道又是由很多不连续的凹槽所组成的，这些凹槽是用激光“雕刻”成的，一般称之为“坑”，坑与坑之间的地方就称为“岛”。坑的形状为凹洞，深度为激光束波长（0.54~0.68 微米）的 1/4；相对于坑，岛的形状为平面。照射到坑和岛反射回来的信号约有 180 度的相位差。不过有一点需要注意：并非激光照射到坑的值就为 1，照射到岛的值就为 0，在光盘世界里不管照射到坑还是岛，反射回来的值均为 0，只有在坑变成岛或者岛变成坑的瞬间产生变动（Transition）时，传回来的值才会是 1。关于光盘表面坑和岛的反射，可以参见图 1-2。从图上我们可以看到，和我们一直认为的高对应 1、低对应 0 的观念不同，光盘中只有在高低跳转的时候才会出现 1，其它时候都是 0。

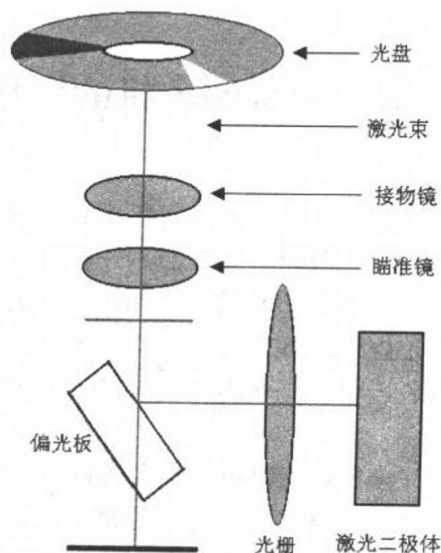


图 1-1 光盘对激光的反射

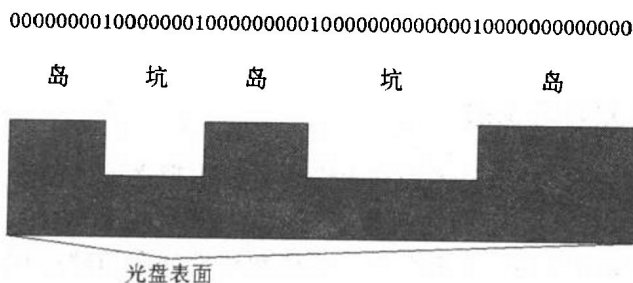


图 1-2 光盘表面的坑和岛的反射

1.1.2 8 对 14 编码技术【EMR (Eight to Fourteen Modulation) Frames】

从上面介绍的光盘表面对激光的反射，我们可以很自然地引出在光盘中使用的一种技术——8 对 14 编码技术。

在我们以前的观念中，计算机只会是以 8、16、32 和 64 等 2 的整数次幂的位数作为单位的，但是，按照图 1-2 所示，在光盘中永远不会有连续的两个 1 出现，所以一般由 8 位组成的一个字节在光盘上不能直接记录，因而采用了 14 个位作为一个位元组来表现正常的 8 位字节，从而产生一个如表 1-1 所示的 8 对 14 的编码表。

表 1-1 8 对 14 编码表

0	01001000100000
1	10000100000000
2	10010000100000
3	10001000100000
4	01000100000000

续表

5	00000100010000
6	00010010000000
7	00100100000000
8	10000001000000
9	10000001000000
10	10000001000000
.....	
255	00100000010010

上面的编码表看起来好像很复杂，不过这些转码操作都是光驱自动替我们在硬件内完成的，等到数据真正传回计算机时已是你所熟悉的 8 位格式了。

另外，我们还要介绍一个比较重要的概念，那就是光盘的容量到底是如何计算的。刚才我们说过，光盘上每 14 位代表 1 个字节，但在前面仍要再加上 3 个合并位作为分隔，否则光驱本身就无法分辨出应该从什么时候开始算 14 位。于是，对于光盘来说每 17 (14+3) 个位才是一个实体字节。

1.1.3 帧 (Frame)

下面我们开始介绍帧 (Frame)。从通常的意义上说，帧就是在数据传输中有开始和结束标志的信息载体。而具体到光盘，一个帧就有 24 个上面所定义的实体字节，和上面所说的情况一样，为了要分辨什么时候才是一帧开始，所以要在帧的最前面加上 24 位的同步码，于是帧的格式就如表 1-2 所示。

表 1-2 帧的格式

位	用途
24	同步码
561	33 个数据字节 (33*17=561)
3	结束合并位 (识别帧的结束)

帧中间的 33 个数据字节的分配如表 1-3 所示。

表 1-3 帧的数据字节的分配

字节	用途
1	控制字节
4	C1 校验字节
4	C2 校验字节
12	数据字节
12	数据字节

前面不是说 1 帧有 24 个字节吗？怎么在表中又变成了 1 帧有 33 个字节呢？从表 1-3

可以看到，1 帧中有两栏数据字节，每栏的数据字节有 12 个字节，加起来就是 24 个字节，而数据字节就是真正放实际数据的地方。或者你会觉得很浪费，因为一共才 33 个字节的空间，而校验字节就占了其中的 8 个。其实，C1 和 C2 是光盘中非常重要的校验字节，在本书的后面我们介绍光盘表面的可靠分析时，会去测试这两个校验码的正确性，因此，这两个校验字节就是光盘数据可不可靠的关键，绝对不是浪费。如果数据字节在刻录中出现错误，这些光盘仍然可以读取，这就是因为 C1 和 C2 可以把正确的数据字节计算回来。举一个例子说明这两个校验字节的重要性吧：有一些音乐 CD，在被轻微刮伤的时候，音响效果仍然没有什么变化，秘密就在这两个校验字节。

但如果 C1 和 C2 在刻录的过程中就出现了错误，那么这张光盘就有问题了。如果刻录程序在刻录中做校验的话，刻录过程就会马上停止，无法刻录下去；如果刻录程序在刻录中不做校验测试的话，那么光盘虽然可以完成刻录，但是刻录出来的光盘不是在 CD-ROM 中读不出来，就是音乐 CD 产生音爆跳针。尤其是 C2 校验，CD 的表面测试中有一项 E32 和 E32TOT，所测的就是 C2 的可靠性，根据 CD 规格，E32 及 E32TOT 必须为 0。众所周知，校验码是不允许有一点点错误产生的，想想各位常用的压缩程序，如果 CRC 校验码有问题，程序一定会马上中止解压缩，因为即使是解开了也一定是有问题的。CD 刻录也是这样的。目前市场上很多的空白盘片的 E32 及 E32TOT 均不为 0，而且这样的错误还并不少见。所以，如果你用的是廉价的空白盘片，总是刻录出问题，就一点也不足为奇了。

下面我们介绍一下 C1 和 C2 校验是如何改正错误的。为了说明问题，我们假设有如表 1-4 所示的数据。

表 1-4 原始数据

3	2	4	5
1	3	2	2
1	4	2	1
2	5	1	2

从第 1 行到第 4 行，各行数据的和分别是 14、8、8、10，在刻录的过程中这些数会被计算出来并且放在 C1 校验字节里；从第 1 列到第 4 列，各列数据的和分别是 7、14、9、10，在刻录的过程中这些数会被计算出来并且放在 C2 校验字节里。现在假设在刻录的过程中数据字节出现了问题，变成如表 1-5 所示的数据。

表 1-5 出错后的数据

3	2	4	5
1	?	2	2
1	4	2	1
2	5	1	2

这时，就可以通过 C1 和 C2 这两个校验字节，重新计算出所缺的数据。从读出的效果看来，读取数据字节有错误的数据和读取正确的数据没有任何区别。

最后总结一句，在只算可用数据部分的时候，1 帧=24 字节，在包括控制字节及校验字节的时候，1 帧=33 字节，两种计算方法都是正确的。

1.1.4 块 (Block)

上面已经介绍了光盘的位、字节和帧，下面我们要介绍的是光盘中块 (block) 的概念。关于块的定义有一个非常简单的公式：1 块=98 帧。有了这个公式，你将来看各个公司有关光盘的红皮书、黄皮书等的相关内容时，就容易理解了。

如果你在看过本书之前看过其他介绍光盘的书或杂志的话，2352 这个数字你一定不会陌生，只不过可能不知道它的确切含义而已。现在你应该可以明确的知道：对光盘来说，只算数据区的话一块就是 $98 \times 24 = 2352$ 字节。

如果把校验区也算在里面的话，块容量更大了： $98 \times 33 = 3234$ 字节 1 块。这个数字比上面的是大了不少，但是你现在应该知道这两个数字其实还是同一回事：你真正可使用的区域 1 个块仍然是 2352 字节。对于各种不同格式的光盘规范（除了 DVD 以外），你可用的字节只可能比 2352 这个数字少，而绝不会比这个数字多。讲到这里，整张光盘有多少容量很容易计算出来了，市面上流行的 12cm 光盘片有 333000 个块，因此一张普通光盘的容量约为 650MB。

接下来我们可以计算一下市面上卖的空白光盘上印的 74 分钟是怎么回事。根据黄皮书的规定，刻录数据的时候，1 块只有 2048 字节，而录音乐时以红皮书之 2352 字节为标准，唱片光盘以时间为计算单位，每秒钟为 75 个帧，就可以计算出一张盘片长度 74 分钟了。所以，空白盘片的长度写成 650MB 或者 74 分钟都是对的，只是看你用什么格式去计算而已。

在这个小节，我们多次提到了红皮书和黄皮书，下面我们就介绍一下这些关于光盘的规格标准。

1.1.5 光盘的标准书

光盘的格式是由一些世界知名的大公司联合制订，以标准书的形式发布的。其中包括红、黄、绿、橙、白及蓝皮书，这些标准书是荷兰飞利浦公司联合相关的公司制定，因为采用不同的封面颜色而得名的。飞利浦的光盘标准是应用在光盘产业上的，因此相关的光盘制造厂包括 CD 盘片生产厂商，光驱生产厂商等，都必须与飞利浦或是 Sony 公司签订授权合约才可以生产 CD 的相关产品。此外，还有其它相关的标准，像 ISO9660、MPEG - 1、MPEG-2、和 MPC 3 等，有些是自由使用，有些则是要签订合约的。

所有的光盘格式都是以 CD-Audio 格式为基础发展的，CD-Audio 的标准记在红皮书内，而 CD-ROM 的标准则记录在黄皮书中。红皮书与黄皮书是最常用到的两本标准书，但它们只是众多标准书中的两本。其他还包括定义 CD-I 规格的绿皮书，定义 Video CD 的白皮书，白皮书内规格还需要参考红、黄皮书，另外还有定义 CD-R、CD-E 及 MO 规格的橙皮书，在橙皮书中还定义了 CD-R 盘片的规格，使 CD-R 盘片可使用在任何一台光盘刻录机上，橙皮书中还定义了全新的文件系统，这种文件系统是为了将资料分次存放在 CD-R 上面而制定的，称为多段式 (Multi-session) 写入规格。蓝皮书则记载加强型光盘 (CD-Extra) 的规格，此种光盘是以 CD-Audio 为基础，利用 Multi-session 的方法将资料加在音轨的后面，使一般 CD 机无法播放到数据轨道 (保护)，而计算机上的光驱则可顺利读取到数据。

各种不同格式的光盘所根据的不同标准书如表 1-6 所示。

表 1-6 各种标准书定义的光盘格式

Red Book	红皮书：定义 CD-DA 唱片光盘标准
Yellow Book	黄皮书：定义 CD-ROM 数据光盘标准
Green Book	绿皮书：定义 CD-I 标准
Orange Book	橙皮书：定义 CD-R/RW/MO 标准
White Book	白皮书：定义 Video CD 影音光盘的标准
Blue Book	蓝皮书：定义 CD Extra 标准

新的 CD 标准，或者是在原有标准新加入的部分，都无法独立地成为标准，而需彼此参考。例如，CD-R 要记录成为 CD-Audio，就要参考橙皮书与红皮书，缺一不可。有时，光盘上还可以记录不只一种的 CD 标准。

下面说明一下各标准书在 CD 光盘片上对每个块中 2352 个字节使用分配说明：

◆ 红皮书 (Red BOOK)：

CD-Audio

2352	Audio data
------	------------

◆ 黄皮书 (Yellow Book)：

CD-ROM Mode 1

12 Sync	4 Header	2048 User data	4 EDC	8 Blanks	276 ECC
---------	----------	----------------	-------	----------	---------

CD-ROM Mode 2

12 Sync	4 Header	2336 User data
---------	----------	----------------

黄皮书延伸规格-XA (Extended Architecture)：本规格是对属于 Mode 2 下的规格的延伸。

CD-ROM Mode XA Form 1 (计算机数据)

12 Sync	4 Header	8 Sub-Header	2048 User data	4 EDC	276 ECC
---------	----------	--------------	----------------	-------	---------

CD-ROM Mode XA Form 2 (压缩音乐、影像及照片)

12 Sync	4 Header	8 Sub-Header	2048 User data	4 EDC
---------	----------	--------------	----------------	-------

下面，我们将具体地介绍一下这些标准书。

1.1.6 红皮书

红皮书代表 CD-Audio，或者称为数码音乐光盘规格，这是飞利浦与 Sony 公司在 1980 年制定的。所有其他规格的光盘均以此为基础而发展。Audio CD 是将音乐以 44.1KHz 频率采样（每秒取样 44100 单位），而每个采样单位都有一个 16 位（65535）范围的值，将类比转换为数码资料，二进制码还要经过 8 到 14 编码 (EFM) 才能完成数码化动作，将 0 与 1 转换成为光盘上的坑与岛，最后放在螺旋状的轨道 (track) 上。

以上是一个简单的过程说明，此音乐光盘上的资料还包括了 Sub-code channels, Index points 及 CIRC (Cross- Interleaved Reed-Solomon Code) 错误修正码等。因为 CD-Audio 光盘的主要功能只是提供播放音乐，而且是循序播放，每首歌都是从头开始播到尾，所以红

皮书的规格在当时是很单纯、完整而且足够的，其最主要的目的就是提供一个标准的播放规格，使所有的 CD 光盘都可以在全世界所有的 CD 音响上播放。

1.1.7 CD-G

研究人员在设计红皮书规格时，他们已经想到替 CD-Audio 加上一个未来可能用到的功能，可以在 CD-Audio 上存放数码音乐的同时存放图形资料，这些图形资料存放在每个音乐资料的控制区内，每一个控制区内包含了 8 个 bits，分别为 P、Q、R、S、T、U、V 和 W。每一个字母代表了一个 Sub-code channel，而 P、Q channel 则包含了位置与时间数据，大部分的 CD 音响靠着这两个 channel 得知正在播放的音乐的时间并显示在面板上。其它从 R 到 W 的 6 个 bits 则可存放使用者的数据，在大多数 CD 音乐片上这个部分都为 0。

你可能在市场上找到含有图形数据的 CD 片，也就是所谓的 CD-G 盘片，而这些盘片一般来说可以存放与歌曲有关的数据，像歌词、照片或是提示文字等，但是因为存放的空间受到限制，每张 CD 片最多存放 20MB 的数据，而且使用上有限制，必须连续播放 7 秒钟才可得出一张低解析全屏幕的数据，因此实用性并不是很强。大多数的 CD 音响会忽略掉这些图形数据，因为这它们不影响到音乐的播放。如果你要将这些数据显示出来，必须使用特殊的 CD 系统，它可以读出 R 到 W Sub-code channel 的数据并有影像输出的端口。以 CD-G 为应用的例子在早期有 CD-I、Karaoke CD 等系统。CD-G 的编码方式是飞利浦与 Sony 公司开发出来的，因此如果要制作这种 CD，必须先得到这两个公司的授权。虽然 CD-G 因为种种的限制而无法被市场接受，但是 CD-G 光盘可以说是最早的多媒体应用了，而且在当时 CD-G 给了发展 CD-I 一个确定的方向。

1.1.8 黄皮书

飞利浦与 Sony 在 1983 年发表了黄皮书，定义了 CD-ROM (Compact Disc - Read Only Memory) 的规格，黄皮书是以红皮书为基础开发出的适合存放计算机数据的光盘格式，而且可以快速随机地查找数据（与 CD-Audio 比较起来）。存在 CD-Rom 上的数据可分为两种：一种为正确性要求较低的音乐或图形数据，可容许一些 Byte 的错误，另一种是正确性要求非常严格的计算机数字或文字数据，错一个 bit 也不行。

1.1.9 Mode 1 与 Mode 2

黄皮书规定了两种不同的数据结构：Mode 1 与 Mode 2，在 CD-ROM 扇区 (Sector) 的表头区 (Header field) 内，含有指示本区内数据为 Mode 1 或 Mode 2 的字节。Mode 1 代表 CD-ROM 数据含有错误修正码 (Error Correction Code - ECC)，每个扇区存放 2048Byte 的数据。而 Mode 2 的数据则没有错误修正码，那些空间节省下来，于是每个扇区可以多存放 288Byte，达到 2336Byte，因此 Mode 2 较适合存放图形、声音或影音数据。你可以指定在 CD 上的每一个数据轨为 Mode 1 或者 Mode 2，但是内部的扇区只能有一种格式来存放数据。大部分的计算机光盘，包括数据库、计算机游戏、百科全书或共享软件，是采用 Mode 1 方式存放数据，而 Mode 2 从不采用它最“原始”的方式来存放数据，像相片光盘

(Photo CD)、CD-I 及影音光盘 (Video CD) 等, 是采用 Mode 2 的 Form1 及 Form2 来存放的。

1.1.10 黄皮书的逻辑格式变化

黄皮书内定义了 CD-ROM 光盘上两种基本的数据存放方式, 但是黄皮书到此不再继续定义, 而留给 CD-ROM 研制人员去决定如何订出扇区的逻辑格式与计算机文件的存放格式 (光盘文件系统)。在早期, 各 CD-ROM 的研制人员制定了他们自己的专用格式, 彼此各不相容, 直到 High Sierra 小组的出现, 他们订出了全球通用的标准, 也就是后来的 ISO 9660 文件系统格式。然而, 一些开发人员发现 ISO 9660 文件系统在他们的计算机系统上并不能存放一些如表现文件特性等的信息, 因此他们开始研究扩展 ISO 9660 的规格。

1.1.11 ISO 9660

ISO 9660 标准内有三层交互性 (Interchange) 协议, 只有第一层支持大多数的计算机系统。第一层要求每个文件的数据必须以连续不中断的方式存放在 CD 上, 每个文件内容不可分开存放或与其它文件交错, 文件名必须符合英文 A 到 Z, 数字 0 到 9 和下划线 “_” 所组成的字符集, 而且格式必须依照 DOS 的规定, 8 个字符的文件名与 3 个字符的扩展名。第二层则是可以采用任何字符作为文件名, 包括使用超过 8+3 个字符的长文件名, 但是文件的内容也不可中断、交错或分开存放。在第三层则是不受任何的限制的。在所有的三层规定中, ISO 9660 文件系统规定均不可使用超过 8 层的目录结构。

1.1.12 Rock Ridge Interchange Protocol (RRIP)

ISO 9660 标准的设计与大多数的计算机系统兼容, 但是它也保留空间以便延伸与改编。在 Unix 系统的世界中, 长文件名与超过 8 层的目录结构是很平常的, 因此 Unix 系统的 CD-ROM 文件系统开发人员对 ISO 9660 的第一层限制非常反感, 于是就有些人不采用 ISO 9660 的规格, 而自行设计符合 Unix 系统的规格。但是因为 Unix 系统有太多不同的版本, 所以设计起来也特别困难, 不过这件事情引起了 High Sierra 小组的注意。当这件事同样被其他公司注意, 并开始讨论后的 1990 年, 由 16 家公司派代表组成 Rock Ridge 小组, 他们共同的目标是延伸 ISO 9660 的规格以使 CD-ROM 能符合 Unix 的文件系统与结构。他们提出一个规格叫做: System Use Sharing Protocol (SUSP), 它可重新分配 ISO 9660 规格中的系统使用区域 (System Use Area field), 使之转变成为一种可变长度的系统记录区 (Variable-length System Use fields), 这个区域内记载了不同的操作系统的相关数据。RRIP 就负责处理记录这些 Unix 下的长文件名与超过 8 层的目录数据, 而且除了 Unix 以外的操作系统将不会看到这些专为 Unix 而设计的区域。这种新的 CD-ROM 文件系统可以在不同的 UNIX 操作平台上使用, 这就是 Rock Ridge 格式, 至今已被广泛地使用在 Unix 系统的 CD-ROM 光盘上。

1.1.13 Apple Extensions

Machintosh CD-ROM 的研究人员是另外一批研究 Machintosh 专用 CD-ROM 文件系统的组织，他们的文件系统称为 Hierarchical File Structure (HFS)，在 ISO 9660 标准内无法存放 HFS 的特有数据，如文件代表图形 (Icon) 及其摆放在桌面的位置数据，还有数据文件与执行文件之间的数据等。Apple 公司采用的文件系统与 Rock Ridge 较相似，它们都准许以 ISO 9660 第二层的方式在 CD-ROM 上存放长文件名，以及存放数据文件与程式之间的数据。存放在第二层的数据无法被 Machintosh 以外的计算机系统所读取。

1.1.14 Hybridm

采用 Hybrid 或者 Janus 格式的光盘，通常会有两个或两个以上的数据区 (Partition)，每个数据区各自含有完整的文件记录与数据，两个数据区可以采用不同操作系统的文件格式，目前有四种文件格式可以相互结合，分别为 DOS (Windows)、HFS、Unix 与 OS/2，但是最常看到的 Hybrid 光盘是结合 DOS 与 Machintosh 文件格式：DOS 采用 ISO 9660 文件系统，Machintosh 则采用 HFS 文件系统。有时候这种 Hybrid 的光盘又叫做 Janus 格式 (源自古罗马帝国一位双面神的名字)。

1.1.15 Shared Hybrid

可分享式的 Hybrid 光盘也可以在两种或两种以上的操作系统间使用，不同的操作系统可读取 CD-ROM 上相同的数据。这种格式的光盘只有一个数据区 (Partition)，所有相关的数据与各操作系统使用的程序都放在一起，但是在 DOS 上只会看到 DOS 程序的文件，Machintosh 上也只能看到 Machintosh 的执行文件。

1.1.16 El Torito (Bootable CD-ROM)

关于可启动式的 CD-ROM 规格，目前版本到 1.0，其主要的方法是将硬盘或软盘上的引导区内的数据移动到 CD-ROM 光盘上，并且可以同时有几个引导区映像文件 (Image file) 可供启动时选用。El Torito 规格是开放给各计算机产业不用签约就可以自由使用的。要使 CD-ROM 光盘可以启动计算机，还必须采用支持 CD-ROM 启动的 BIOS (在计算机主机板上)，或是采用 SCSI 接口，并配合如 Adaptec SCSI 卡之类的硬件。

1.1.17 CD-I 与 CD-ROM/XA

就像 CD-ROM 是 CD-Audio 的延伸一样，CD-I 与 CD-ROM/XA 就是 CD-ROM 的延伸，CD-I 的全名叫做 CD-interactive。飞利浦与 Sony 在制订出红皮书与黄皮书之后，发现在 CD 上可以开发出更多包括文字、图形、影音、动画、照片等多媒体的应用，并且应该要有一个合适的硬件平台来播放，此硬件的环境应该要考虑 Video 的播放规格、软件所采用的操作系统以及音效处理等等。为了使这样的计算机系统能在全世界统一，也使这种光盘的格式像 CD-Audio 一样的成功，CD-I (规格订于绿皮书) 于 1986 年二月正式发表了。值得注意的是当时 PC 还未普及到一般家庭，更不要说每台 PC 都装有 CD-ROM 光驱了。在绿皮书

内除了定义 CD-I 光盘的规格外,还包括了播放系统硬件的规格、软件的操作系统、声音与影像的压缩方式、还有那些图片与语音的交错编排方式 (Interleaving) 等。

至于 CD-ROM/XA 的规格是将黄皮书的规格加以延伸并取用部分绿皮书的规格整理而成并在 1989 年发表的。CD-ROM/XA 规格中也包括了声音与数据的交错编排方式,如果你要了解 XA 与 CD-I 的光盘有什么不同,那最好是从它们相同处开始了解。一般来说 CD-ROM/XA 与 CD-I 的观念相同,都采用数据交错的编排方式储存数据,采用 ADPCM 方式的语音压缩以及具有互动式的功能。

1.1.18 数据的交错编排 (Data Interleaving): Form1 与 Form2

在黄皮书上说明了 CD-ROM Mode1 的规格,我们也知道在这种规格下,数据、程序与声音、影像是分开存放的。如果你的 CD 光盘上要包含 CD-Audio, 那你必须将数据与 Audio 分开放在不同的轨道 (Track) 上,这就是所谓的混合式 (Mixed-Mode) 光盘。这种方式的基本操作原理是先将图形和照片从光盘上读出到计算机并显示出来,然后才开始播放 CD-Audio,当然程序部分也是先读出并在计算机上执行的。这样的目的是分两个步骤来完成多媒体的展示。在这种情况下,你不可能顺利地播放 CD-Audio 又平滑地播放动画和影片。其实这最重要的原因就是数据与 CD-Audio 是分别放在 CD 光盘上不同的轨道上的,光驱上的读取头无法在同一时间内跑到两个轨道读取数据。在绿皮书中,黄皮书规格中的 Mode2 又被细分为 Form1 与 Form2 两种,Form1 的扇区 (Sector) 结构为 2048Byte 数据区加上错误检测码 (EDC) 及错误校验码 (ECC),使其可当成 Mode1 的方式储存计算机的数据。Form2 则没有加上 EDC 与 ECC,整个扇区 (2328Byte) 皆可存放数据。或许你会问,Mode2 的扇区不是应该可存放 2336Byte 的数据吗?是的,这里我们把那剩下的 8 个 Byte 用来存放扇区的种类 (A/V 数据或是 Data 数据) 和位置数据 (这个扇区在光盘上的位置) 了,这样光驱才能辨识这个扇区是不是它要找的数据。在 Mode2 的轨道里,我们可以把数据和 Audio 同时存放在 Form1 与 Form2 的扇区,这就是的所谓数据交错编排 (Interleaving),主要目的是让光驱可以同时抓到语音和影像 (A/V) 数据与计算机数据 (Data),使播放不至于中断。例如,一个演讲者的影像可同时配合他的声音来同步播放,不会断续,或是一段计算机动画搭配其语音说明叙述。光驱上特殊的硬件设计可读取并分离交错编排在光盘上的数据,声音部分解压缩后送到声音系统上放出,计算机数据则送进计算机内处理,影视和动画数据则被送到计算机或是电视上播放。现在市场上所看到的 Mode 2 光盘包括了 Video CD、CD-I 与一些特殊的 CD-ROM/XA 光盘。

1.1.19 绿皮书

绿皮书定义了 CD-I 的光盘格式与 CD-I 的硬件规格,并且是所有规格书中唯一包括硬件规格的标准,其中包括了中央处理器 (CPU)、操作系统、存储器、Video 与 Audio 的控制器以及影音数据的压缩方式等。

CD-I 被定义成了一个消费性的电子产品,也就是类似电视、放影机等功能的产品。它可以直接接上电视,并且采用遥控器控制。它没有软盘与硬盘,完全采用光驱作为数据的

输入装置，并且采用实时操作系统（Real-time operating system）。

1.2 CD-R 的原理

CD 的原理已经基本介绍完，现在我们可以进入主题介绍光盘刻录机了。

CD-R 是 CD-Recorder 的简称，中文可以叫光盘刻录机，它可以刻录光盘。虽然 MO 和 PD 都可以刻录光盘，但是 MO 和 PD 刻录出来的光盘在一般的 CD-ROM 上是不能读的，流通性不是太好，而且空白盘也比较贵。这些缺点 CD-R 都没有，因此它可以迅速占据市场，而 MO 和 PD 则连知道的人都不多。

光盘刻录机可以刻录一般的光盘，和我们在前面提到但是没有详细介绍的橙皮书有很大的关系。橙皮书中的标准分成三大类，一类是 CD-MO，另一类是 CD-WO，第三大类就是下面要介绍的 CD-RW。

三大类中的 CD-WO 也就是 CD-R 了，CD-WO 中的 WO 是 Write Once 的意思，也有人说成 WORM，即 Write Once Read Many，反正就是说只能写一次，写完之后你要读多少次就是你自己的问题了。

关于 CD-R 为什么可以写的问题，就要先介绍一下 CD-R 盘片了。一般市面上可以买到的 CD 唱片和光盘，大都是银色的，而 CD-R 正面却是金色的。不过你要留意，当你买 CD-R 空白盘的时候，可就不能只想到金盘。因为这时说金盘，是指反面录制区是金色的，也就是正反两面都是金色的，可是另外还有反面是绿色、蓝色等颜色的 CD-R 空白盘，它们的正面大多也是金色的，我们将在本书的后面部分再详细介绍各种颜色的 CD-R 空白盘。因为 CD-R 空白盘最早的时候是金色的，所以我们在解说 CD-R 的原理时还是以金色的 CD-R 空白盘来作解说。

CD-R 的正面之所以是金色的，是因为 CD-R 用金色的反射层来反射激光，而不是像一般的 CD 盘使用铝质反射层来反射激光。可是，CD-R 真正的秘密不在于是否有金色反射层，而在于 CD-R 盘比 CD-ROM 盘多了所谓的染色层，也就是录制层。CD-ROM 和 CD-R 的不同结构如图 1-3 和图 1-4 所示。当数据写入时，CD-R 机器发出的高能量激光可以将染色层熔化，也因为这种熔化是永久性的破坏，所以 CD-R 也就只能写一次了，准确来说应该是同一个地方只能写一次了。

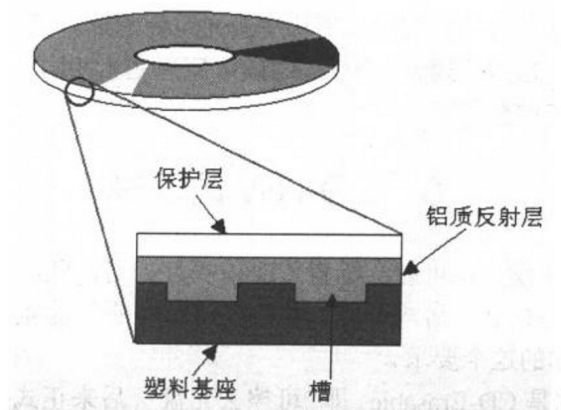


图 1-3 一般 CD-ROM 盘片的结构