

计算机教育丛书

谭浩强 主编

个人电脑系列



光盘应用基础

● 白金骥 编著 ● 刘瑞挺 主审



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
URL: <http://www.phei.com.cn>

计算机教育丛书 个人电脑系列

谭浩强 主编

光盘应用基础

白金驹 编著
刘瑞挺 主审

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

JS163/11
本书主要介绍了光盘的基础知识。全书共分为九章,包括只读光盘 CD-ROM、光盘的分类、光盘的彩皮书标准、光盘刻录技术、数字音频光盘、图像信号的光盘存储、多媒体 CD、光盘应用技术实例等。

本书适用于大中专院校的师生、工程技术人员以及普通电脑用户。

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,翻版必究。

图书在版编目(CIP)数据

光盘应用基础/白金驷编著. - 北京:电子工业出版社,1999

(计算机教育丛书.个人电脑系列)

ISBN 7-5053-5473-6

I. 光… II. 白… III. 光盘-基本知识 IV. TP333.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 14535 号

丛 书 名: 计算机教育丛书 个人电脑系列

书 名: 光盘应用基础

编 著 者: 白金驷

主 审 者: 刘瑞挺

责任编辑: 杨逢仪

排版制作: 电子工业出版社计算机排版室

印 刷 者: 北京李史山胶印厂

装 订 者:

出版发行: 电子工业出版社 URL: <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: 5.25 字数: 131 千字

版 次: 1999 年 7 月第 1 版 1999 年 7 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 7-5053-5473-6
TP·2759

印 数: 3000 册 定价: 12.00 元

凡购买电子工业出版社的图书,如有缺页、倒页、脱页、所附磁盘或光盘有问题者,请向购买书店调换。

若书店售缺,请与本社发行部联系调换。电话 68279077

《计算机教育丛书》序

90年代初,在我国出现了第二次计算机普及高潮。与80年代初出现的第一次计算机普及高潮相比,这次高潮具有全方位、多层次的特点,各行各业的人都迫切地要求学习计算机知识,掌握计算机的应用。计算机知识已成为当代知识分子知识结构中不可缺少的重要组成部分了。计算机既是先进科学技术的结晶,又是大众化的工具。这个特点只有计算机才具备。

过去,计算机只能为少数人所掌握,今天我们要向全中国千百万人民群众普及计算机知识。我们的目标是:把计算机从少数专家手中解放出来,使之成为广大群众手中的工具。我们要破除对计算机的神秘感。实践表明:具有高中以上文化程度的人,是很容易学会计算机的初步操作和应用的。

当然,计算机的应用是分层次的,不同的人在不同的层次上使用着计算机。计算机科学技术内容极为丰富,浩如翰海,它的发展又极为迅速,要在短时间内全部、深入地掌握计算机的知识和应用几乎是不可能的,我们必须循序渐进、由浅入深、逐步提高。我们说,入门不算难,提高需要下功夫。

对各行各业学习计算机的人员来说,学习计算机的目的是为了应用。应当强调:以应用为目的,以应用为出发点,根据不同工作岗位的特点,需要什么就学什么。实践证明,从学习计算机的应用入手,是学习计算机知识的捷径。

普及计算机教育需要有适用的教材和参考书。它们应当百花齐放,风格各异。让读者在琳琅满目的书架上能找到自己所需要的书。几年前,我们开始出版《计算机教育丛书》,根据读者的需要,陆续出版了十几本书(主要是供大学生用的教材),受到社会广大读者的欢迎。许多读者热情地鼓励我们扩展题材,区分层次,不拘一格,推动应用。我们愿意为推动计算机教育与普及贡献自己绵薄之力。

本丛书的作者多数是在各高等学校或研究单位工作、具有丰富教学和研究经验的专家、教授,其中有的同志在我国计算机教育界享有盛名,颇有建树,并且编写过多种计算机书籍。本丛书的对象主要是计算机的初、中级应用人员和初学者。我们力图用通俗易懂的语言把复杂的计算机概念说清楚。

本丛书在电子工业出版社出版,暂定六个系列:①非计算机专业教材系列(由谭浩强负责);②个人电脑系列(由秦笃烈负责);③流行软件系列(由周山芙负责);④大学计算机公共课系列(由史济民、宋国新负责);⑤硬件技术系列(由王耆、王启智负责);⑥INTERNET系列(由刘瑞挺、吴功宜负责)。以后将根据需要增加新的系列。

由于我们水平所限,加以计算机技术发展十分迅速,本丛书必然会有不足之处甚至会出现一些错误,诚恳地欢迎广大专家、读者提出意见。

本丛书的出版得到全国高等院校计算机基础教育研究会、电子工业出版社、贝斯克电脑图书中心的大力支持与帮助,在此表示感谢。

《计算机教育丛书》主编

谭浩强

丛书编委会

主 任	谭浩强			
副主任	刘瑞挺	吴文虎	王明君	
委 员	王 洪	王 耆	王启智	史济民
	边奠英	朱桂兰	刘百惠	刘祖照
	吴功宜	陈美玲	周山芙	张基温
	赵鸿德	高 林	徐士良	秦笃烈
	薛淑斌			

前 言

近年来,光盘驱动器已成为绝大多数主流 PC 的标准配置之一。CD-ROM、VCD、DVD 光盘不再是罕见的珍品,正变成流传广泛的日常用品。人们参观展览,不再热衷索要厚厚的说明资料,而是留心收集有关盘片。从国外归来的朋友,不再托运沉重的书箱,而是轻松携带光碟,十分潇洒。传统图书及图书馆、传统娱乐及影剧院都在经历着深刻的变革,世界变化得真快!

与此同时,我们还目睹了 CD-ROM 的速度犹如脱缰的野马,一路攀升。当年的 2 倍速、4 倍速早已成为遥远的过去。到 1998 年初,已出现 20 倍速的光驱,并向 24 倍速、32 倍速、40 倍速、44 倍速,甚至向 50 倍速前进。CD-RW 刻录机虽然只能以 4 倍速进行 CD-R 或者 CD-RW 写入,但现在都能以 20 倍速读取数据。

从市场分布来看,CD-ROM 仍有 90% 的份额,DVD 不过 10% 的占有率。尽管有人预言 DVD 将取代 CD-ROM,但目前仍无迹象表明它会迅速退出历史舞台,在我国尤其如此,CD-ROM 还有很广阔的市场。

光盘发展迅速、用途广泛,都与它自身的独特优点有直接关系。在当今种类繁多的存储技术中,光盘具有存储密度高、存储容量大、质量轻、成本低、适合大批量生产、易于携带、便于保存等优点。因此,它能把文字、声音、图像、视频等庞大信息存储在一起,成为多媒体技术的重要基石。

不难想象,光盘存储是一个涵盖多门学科的、综合性的、新兴科技领域。它涉及光存储介质的材料技术、光学系统设计、激光技术、光调制技术、光学及电子学的信息处理技术、信号的输入与输出技术,以及计算机及网络通信技术等。由此可见,光盘虽小,而它蕴含的知识却像它的容量那样庞大无比。

显然,光盘知识远未普及。人们对光盘的种类不甚了解,以为只要有个光驱就能读取任何光盘的内容,为此而发生的技术笑话和尴尬也屡见不鲜。人们对光存储的技术标准及格式知之甚少,这成为正确掌握使用光盘的障碍。

笔者长期从事高级光学的教学与科研工作,对光学信息处理有浓厚的兴趣,并参与一些多媒体技、工、贸的开发工作。我的大学同窗,南开大学计算机系刘瑞挺教授、黄书基教授曾多次鼓励我为初学者写一本关于光存储技术的入门书,于是我便收集资料、边学边写,从使用者的角度出发,完全回避了复杂的数学推导,由浅入深,逐步展开必要的讨论。

本书的出版还得到著名计算机专家谭浩强教授的热情关怀。刘瑞挺教授审阅了全稿。朱桂兰编审、龚兰芳编审、特别是责任编辑杨逢仪先生都为本书付出辛勤的劳动,对此我表示衷心的感谢。

鉴于笔者学识有限,疏漏之处实属难免且技术发展太快,成书之时已显落后。恳请广大读者及业界专家不吝指教,以期再版时加以修订。

编著者

1999 年 3 月

目 录

第一章 引言	(1)
§ 1.1 光盘技术是多媒体系统的基石	(1)
§ 1.2 磁存储介质和光存储介质	(2)
§ 1.2.1 磁存储介质和软磁盘	(2)
§ 1.2.2 光存储介质和光盘	(3)
第二章 只读光盘 CD-ROM	(5)
§ 2.1 CD-ROM 是一种理想的存储介质	(5)
§ 2.2 CD-ROM 的物理原理	(6)
§ 2.3 CD-ROM 的制作	(6)
§ 2.4 CD-ROM 上的数字数据存储形式	(7)
§ 2.5 CD-ROM 数据的检错和纠错	(10)
§ 2.6 CD-ROM 驱动器	(11)
§ 2.6.1 CD-ROM 驱动器的伺服系统	(11)
§ 2.6.2 CD-ROM 驱动器中激光阅读探测系统	(12)
§ 2.7 CD-ROM 驱动器的技术指标	(14)
第三章 光盘的分类和光盘家族中的其它成员	(16)
§ 3.1 光盘的分类	(16)
§ 3.2 一次写入光盘	(17)
§ 3.3 磁光盘	(17)
§ 3.4 相变光盘	(19)
§ 3.5 光盘家族中的新成员	(20)
§ 3.6 蓝色激光计划	(21)
第四章 光盘的彩皮书标准	(23)
§ 4.1 光盘记录信息的物理格式——彩皮书标准	(23)
§ 4.2 红皮书标准	(23)
§ 4.3 黄皮书标准	(24)
§ 4.4 绿皮书标准	(25)
§ 4.5 橙皮书标准	(27)
§ 4.6 白皮书标准	(27)
§ 4.7 High Sierra 文件	(28)
§ 4.8 ISO 9660 标准	(28)
§ 4.9 待公布的新的标准	(32)
第五章 光盘刻录技术	(34)
§ 5.1 一种新兴的高科技服务业——CD-R	(34)

§ 5.2 怎样刻录 CD-R	(35)
§ 5.3 CD-R 技术发展的前景	(36)
第六章 数字音频光盘	(37)
§ 6.1 引言	(37)
§ 6.2 多媒体系统的音频存储当前只能采用光盘来实现	(37)
§ 6.3 音频信号	(38)
§ 6.4 音频信号的数字化	(38)
§ 6.5 影响音频信号数字化质量的主要因素	(41)
§ 6.6 音频数据的压缩技术	(42)
§ 6.7 数字音响产品的质量评定	(43)
§ 6.8 多媒体声卡	(44)
第七章 图像信号的光盘存储	(46)
§ 7.1 引言	(46)
§ 7.2 光和颜色	(46)
§ 7.3 数字图像的两种表示方法——矢量图和点位图	(48)
§ 7.4 图像、显示器的分辨率及图像深度	(49)
§ 7.5 数字图像的压缩技术	(50)
§ 7.5.1 JPEG 静止图像压缩算法的国际标准	(50)
§ 7.5.2 MPEG 动态图像压缩算法的国际标准	(52)
§ 7.6 视频图像卡	(53)
§ 7.7 视频光盘	(56)
§ 7.8 存储照片的新媒体——Photo CD	(58)
第八章 出版业的新秀——多媒体 CD 作品	(60)
§ 8.1 记录与传播人类知识文明的新载体——CD-ROM 光盘	(60)
§ 8.2 琳琅满目的多媒体 CD 作品	(61)
§ 8.3 教学领域的全新观念——多媒体教学系统	(64)
第九章 光盘技术的应用	(66)
§ 9.1 实现文档管理一体化的光盘系统	(66)
§ 9.2 图文信息的光盘存储——人事档案管理的自动化	(67)
§ 9.3 用于房产管理的光盘系统	(67)
§ 9.4 电子病案管理——病案管理的新时代	(68)
§ 9.5 银行各类票据的光盘存储	(69)
§ 9.6 光盘技术在旅游、宾馆等服务行业的应用	(70)
§ 9.7 电子地图在目标定位领域的应用	(71)
参考文献	(73)

第一章 引言

§ 1.1 光盘技术是多媒体系统的基石

在介绍光盘技术及其应用之前,不妨先从多媒体系统谈起。

进入 20 世纪 80 年代中期,随着计算机技术的发展与计算机应用领域的不断扩大,一个新的名词——多媒体(Multimedia)不仅屡屡在专刊、传媒中出现,同时也被人们经常地谈论着。到了 90 年代,多媒体技术有了迅速发展,成为当前计算机技术发展应用的重要方面之一,是从事计算机业务人士谈论的热门话题。在微机日益向家庭普及的今天,一些准备购买微机的人们,投资的方向已瞄准了多媒体微机。在有关计算机系统的专著中,认为多媒体技术是对计算机技术的发展起了革命性的影响。

人们也许会问,什么是媒体?若从比较广义的范围去理解,是将信息在表示、存储和传播时所采用的载体,称之为媒体或媒介(Medium)。例如,传播消息的可称之为新闻媒体(媒介),纸张是记录文字、数字、图形的媒体,而录像带是记录图像的媒体,软磁盘则是存储数字信息的媒体。在多媒体技术领域,可把媒体理解为信息的表达形式,也可理解为信息的一种表达类型。

我们在前面提到的多媒体计算机,就是能够将文字(包括数字、字母、符号和汉字)信息,音频信息(语言、音乐、各种声音),以及图形、图像、视频(电影、电视节目)信息等多种媒体的数字化信息,进行综合处理的计算机。采取这种称谓,以区别于只能处理文字、符号及数字信息的传统的计算机。一幅 640×480 像素、256 色的图像,就需要 307 200 字节,由此可见,多媒体计算机所处理的信息量是很大的。因此,一种容量大、体积小、便于携带、保存时间长久,而且价格又相对便宜的存储介质,对于多媒体技术的发展,就成为至关重要的了。

本世纪 70 年代,光存储器开发研制成功是解决大容量存储器的重大突破,立即受到各方面的关注,成为 80 年代科技领域中十大发明项目之一。现在市场上销售量很大的只读光盘片 CD-ROM,其直径为 12cm(4.75 英寸),存储容量为 600MB。一张这种规格的只读光盘片,相当于 5.25 英寸、存储容量为 1.22MB 的软磁盘 500 片;或相当于 3.5 英寸、存储容量为 1.44MB 软磁盘 400 余片。按当前市场上的售价进行比较,一张上述规格的空白光盘片约为 500 片 5.25 英寸软磁盘价格的百分之八,为 400 片 3.5 英寸软磁盘价格的百分之六。

光存储器的问世,在相当广的范围内,较好地解决了多媒体计算机需要大容量存储设备的问题,促进了多媒体技术的发展,成为多媒体技术发展可靠的基石。由于多媒体技术是一门综合技术,它集光存储技术、大规模集成电路技术、数据处理技术(数据压缩与解压缩技术)、网络通信技术等于一体,故而可使用户在使用计算机时,不仅可以处理数字、文字信息,同时还可以听到声音(语言、音乐以及各种音频效果),看到图形、图像,甚至可以播放、编辑、创作影视节目,直至联网通信。实现一机多用,图文并茂,声视共享,并且可以达到直接参与的效果。

光盘技术的发展,为多媒体系统的应用开辟了广阔的天地,无论在信息业、出版业、金融、

建筑、旅游、教育等行业均受到极大的重视。新技术的被采用,收到了明显的社会效益。近年来,由于光盘技术日趋成熟,品种不断更新,生产厂家多,市场竞争激烈,产品价格不断下降,使用户得到实惠,从而更促进光盘技术的发展。一台多媒体微机,集教育、写作、娱乐、家务管理、财务管理、通信等多项功能于一体,成为现代家庭生活中的基本电器之一。如果实现单机联网,就可以“人在家中坐,便知天下事”。到下个世纪,当信息高速公路建成,那些配置多媒体微机的家庭,通过宽带网络通道,可以直接进入信息高速公路,可以获得你所需要的信息,并且参与你感兴趣问题的讨论。这必将对家庭生活、社会生活,产生极广泛而又深刻的影响。

§ 1.2 磁存储介质和光存储介质

本书的读者已经对计算机有了相当多的了解,此处介绍的磁存储介质是以软磁盘为例,目的在于使读者在此基础上更好地了解光存储介质工作的物理机理。

§ 1.2.1 磁存储介质和软磁盘

软磁盘在 1972 年正式用于计算机的数据存储和数据输入系统。最先投入市场的是单面单密度的软磁盘,其直径为 8 英寸(20.3cm)。到了 1976 年,随着微型计算机的上市,直径为 5.25 英寸(13.3cm)的软磁盘也随之供应用户。九年之后,也就是 1985 年,日本 SONY 公司首先推出了 3.5 英寸(8.9cm)软磁盘。该公司在两年之后,研制出尺寸更小的软磁盘,其直径为 2.5 英寸(3.8cm)。不过这种尺寸的软磁盘,目前在市场上尚未见到批量产品。

若从软磁盘出现供用户使用至今,大约在十五年的时间内,软磁盘的尺寸从 8 英寸减小到目前的 3.5 英寸,缩小了两倍多。然而,软磁盘的存储容量从最初的 5.25 英寸单面单密度的 125KB 增加到目前相同尺寸软磁盘的 1.2MB,为前者的十倍。由此可见,软磁盘是向缩小尺寸,增大存储容量的方向发展的。

制作软磁盘,是以聚酯塑料作为基质,在基质上面涂敷一层易于磁化的磁薄膜,这种磁薄膜要有一定的矫顽力。磁薄膜的材料通常使用的有 γ -氧化铁(γ -Fe₂O₃)、渗钴氧化铁,对于高密度的磁介质,则通常采用钕铁氧体或金属介质。

下面,简单介绍软磁盘存储数据和读取数据的过程。圆形软磁盘在软磁盘驱动器磁头的电脉冲作用下,盘面与磁头的接触点被磁化,此处即为二进制数的“1”,而未被磁化的部位则为“0”。这样,就可以在软磁盘上以二进制数的形式记录下数字信息。反之,当软磁盘上的磁化点与驱动器的磁头接触,则产生一个低电压脉冲,表示二进制数字“1”,没被磁化的部分则为“0”。这样,就可以将记录在软磁盘上的信息“读取”出来,传输到计算机进行处理。

软磁盘经格式化,在磁盘上划分扇区和磁道,并给以相应的编号。对于容量为 1.2MB 的 5.25 英寸的软磁盘划分为 15 个扇区,编号从 1 至 15,有 80 条磁道,编号从 0 至 79。每个扇区有字节数为 $2^9 = 512$ 个。由此可以计算出,一个 5.25 英寸双面高密度软磁盘的最大存储容量为 1 228 800 字节,通常记为 1.2MB。在格式化过程中,需要 14 898 字节用于标记扇区和磁道。所以一片 5.25 英寸双面高密度软磁盘实际上可以利用的存储空间为 1 213 902 字节。至于 3.5 英寸的软磁盘划分为 18 个扇区,80 条磁道,其存储容量标记为 1.44MB。

有了软磁盘,再配上相应的软磁盘驱动器和控制适配卡,才能构成一个完备的软磁盘存储系统。软磁盘驱动器的转动主轴,以每秒 300 次恒定角转动速度(r/min),带动软磁盘转动。

磁头则沿软磁盘的径向方向作往复运动,寻找需要读写的磁道,以完成信息的传递任务。

§ 1.2.2 光存储介质和光盘

最先使用光盘的是音乐领域,也就是在 1970 年 5 月问世的激光唱盘。英文的激光 Laser 中文译音读成了“镭射”(最早激光发现是在本世纪 60 年代初期,当时的译音为“莱泽”或“莱塞”,听起来比较接近),故此也称激光唱盘为镭射光碟。最初的激光唱盘记录的是模拟音乐,到后来才采用数字化方式存储音频信息。荷兰的 Philips 公司于 1972 年 9 月初向世人公布了播放电视节目的激光视盘(Laser Vision)系统,即 LV 系统。Philips 掷出的这一“石”,激起了光盘技术的千层浪,它不仅波及到计算机行业,甚至在全世界范围内,对教育、文化、娱乐、出版……众多行业产生了人们始料不及的影响。从 1980 年开始,光存储这一新兴产业,取得飞速的发展,成为一种新型的、大存储容量的、价格便宜的存储介质,很好地解决了计算机系统在发展过程中需要大容量存储器的问题。由于新的光存储介质不断地开发与研制成功,新品种的光存储器还将不断供应市场,以满足用户需要。

下面,我们介绍只读光盘 CD-ROM(Compact Disc-Read Only Memory)的结构,其它类型的光盘,我们将在以后叙述。

只读光盘 CD-ROM 在结构上,可分为三个部分:基底部分、中间层和顶层,分述如下。

一、基底部分:也可称之为底层,这部分是由聚碳酸酯塑料制成,质地非常坚硬。一面是平坦、光滑的平面,另一面则布满了密密麻麻且长度不同的凹坑,这就是记录在光盘片上的数字化信息。

二、中间层:在基底记录有数字信息的表面,以真空涂膜方法镀上一薄层金属铝。从另一面望去反射面呈银白色,并伴有色彩斑斓的彩色条纹。这个中间层,用以反射激光,以读出记录在光盘片上存储的信息。

三、顶层:就是在反射层外面,涂上一层保护漆,故而又称为保护层。在保护层上面,可以贴敷印刷精美的商标、文字说明和彩图。这一层质地柔软,在使用时要小心保护。切不可在这上面写字、作标记,更不可用力压、划光盘片的顶层,否则会损坏光盘上存储的信息,使整片光盘报废! CD-ROM 光盘片的结构如图 1.1 所示。

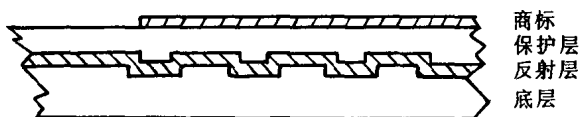


图 1.1 CD-ROM 光盘结构示意图

CD-ROM 光盘呈圆片形,直径为 120mm(4.7 英寸)。中间有一直径为 15mm 的安装卡孔与光盘驱动器的转动轴密接。CD-ROM 光盘片厚度为 1.2mm,无包装的净重量约为 14~18g。CD-ROM 光盘片上的信息是以数字形式存储的,存储信息的轨迹是一条由内向外延扩的螺旋线,称之为光道(Track)。两条光道之间的距离约为 $1.6\mu\text{m}$,记录信息的数据孔深度约为 $0.12\mu\text{m}$,宽为 $0.6\mu\text{m}$ 。记录信息的区域为 35.5mm,由此很容易计算出,在记录信息的区域内有一万五千条光道。一张完整无损的 CD-ROM 光盘片,它的信息光道总长度可达到 5km。CD-ROM 光盘片的外形尺寸可参看图 1.2,图中各尺寸的单位为 mm。

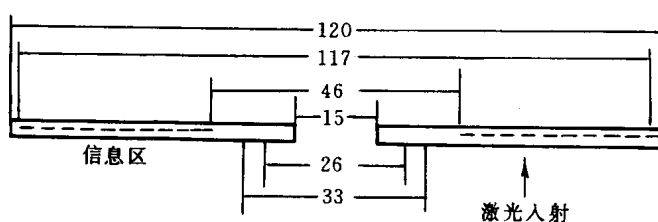


图 1.2 CD-ROM 光盘外形尺寸

在 CD-ROM 光盘片上,每条光道是由长短不同的凹陷区(Pit)和平坦区(Land)组成的。以后称平坦区为凸起区,以与凹陷区相对应。入射的激光,在凹陷区与凸起区的交界处,反射光产生突变,光电接收器将这个突变的光信号以电脉冲方式输出,于是就记为“1”。而无论在凹陷区或凸起区因为没有反射光的突变产生,均记为“0”。这两个区域的长度,称为行程距,它与“0”的个数成正比。

上面我们介绍了 CD-ROM 光盘记录数字信息是利用入射激光在凹陷区与凸起区交界处,使反射光发生突变而实现的。由此可以设想,如果某种材料,用物理方法使该材料的光学性质发生变化(通常是使光强发生变化,引起光强变化的可以是反射率的改变、偏振状态的改变),而这种变化又可以被仪器检测到,那么,该材料就有可能作为光存储介质。当然,要成为实际上可以供成批生产供应市场的光存储材料,还要具备性能优越,生产工艺简单,易于批量生产,价格能为消费者所接受等条件。

存储在 CD-ROM 光盘上的信息,通过光盘驱动器和光盘驱动器的控制卡组成光盘系统,传输到计算机。光盘驱动器的结构要比软磁盘驱动器复杂得多。光盘驱动器的主转动轴是以恒线速(Constant Linear Velocity——CLV)转动。也就是说,当读取 CD-ROM 光盘片上存储的信息时,CD-ROM 驱动器内激光探头上发射的激光束入射到 CD-ROM 表面,从光盘片的内圈沿着光盘片的半径增加的方向,在光道上向光盘片的外圈扫描时,光盘驱动器内部控制主轴转动的伺服系统,使主轴的转速由快逐渐变慢;相反则使主轴的轴速加快,以保持入射激光在 CD-ROM 光盘片不同的位置,保持在相同的时间间隔内,扫描相等的光道长度。恒线速光盘驱动器主轴的角速度是变化的,内圈光道的转速为 1 800 r/min,外圈光道则为 600 r/min。不同厂家生产的型号不同的 CD-ROM 光盘驱动器,主轴的转数范围可能会有差异,但保持恒线速这一点是一致的。以恒线速存储数据信息的 CD-ROM 光盘片,只能在恒线速的光盘驱动器中运行,才能将它上面存储的数字信息进行准确的查找、阅读,再将信息传输到计算机系统。

光盘是一个大的家族,其成员众多,下面我们将分别予以介绍。

第二章 只读光盘 CD-ROM

本章主要介绍只读光盘的制作过程及其信息的存储——8 位数据转换为 14 位通道码、光盘驱动器的结构。简要介绍 CD-ROM 数据的检错和纠错。

§ 2.1 CD-ROM 是一种理想的存储介质

CD-ROM 是 Compact Disk Read Only Memory 的缩写,为只能一次写入多次读出的光盘,最早由日本关东电子公司于 1983 年推出。CD-ROM 是在激光唱盘 CD-DA, 或称激光音频光盘(Audio disk) 和激光视盘(Video Disk)的基础上开发出来的。CD-ROM 的特点,除了具有大的容量外,就在于它只能写入一次信息,不能将写入的信息进行修改再重新写入新的信息。由于这个特点,CD-ROM 只能由生产厂家把有关的信息内容写入光盘,使得这种信息永久地保存。对于那些需要长期保存、且信息量很大的诸如历史档案、人事档案、图书资料、水文、气象资料、地质勘探数据、各类金融帐册、医疗病案、图像资料,海关进出口物资登记、公安系统对犯罪分子的照片、指纹图形的存档,等等,这些数据、资料、图形都不允许有任何改动的行业,CD-ROM 的一次写入又不能更改的特点,也就成为它的优点了。此外,对于软件开发者和软件销售商,软件的版权保护,防止非法盗版,也是一个至关重要的问题。利用 CD-ROM 存储并销售软件,对于保护知识产权,其优越性是显而易见的,因此,CD-ROM 也一直受到软件行业人士的关注。

在第一章中,我们已介绍了 CD-ROM 光盘片与 3 英寸及 5 英寸软磁盘在 600MB 存储容量条件下的价格比,CD-ROM 光盘片远优于软磁盘。目前国内市场上,一台 4 倍速的 CD-ROM 光盘驱动器价格为数百元人民币。一张空白 CD-ROM 光盘片售价也很低。仅从投资的角度看,一次性购置了光盘系统与购买几百片软磁盘的花费相差无几。若再配以声卡与音箱,可达到能听能看,节省空间,经久耐用,使用方便等优点。

由于 CD-ROM 光盘片存储容量大,利用光盘片记录信息,其优越性是纸张所望尘莫及的。有资料介绍,以中国大百科全书为例,全套书出齐后以一百卷计(实际上不到一百卷),每卷平均 250 万字,全套书的内容可以存储到一片 600MB 的 CD-ROM 光盘片上。在查阅有关条目时,可以省却反复查找、搬动书籍的麻烦,只要按照汉字笔划、汉语拼音或英文译名,在键盘上输入相关的命令,显示器的屏幕上立即可以显示有关的信息。如果使用触摸屏,那就更方便了:只要在屏上显示的符号处,用手指轻轻一触,就立即显示所需要的信息。除了查找方便外,还可显示图形,更有音频输出。例如查阅《音乐》卷的条目,除了有文字、图形显示外,还可听到有关的乐曲。在阅读《文学》卷有关内容时,还可听到配合显示内容的朗读。而在数、理、化、生及工程各卷,均可配以图形和演示实验。这种文、图、声同时映放的综合效果,是以纸张为信息载体的传统书籍所不能比拟的。

虽然制作 CD-ROM 的母盘所需费用很高,然而用母盘做出铸模,再复制出商品光盘,由于产量大而使其价格大大降低。这样,CD-ROM 制成的品类甚多的电子出版物,具有价廉,易于携带,便于保存,使用方便,经久耐用,集各种媒体于一身诸多优点,使其在市场上独领风骚。

§ 2.2 CD-ROM 的物理原理

对于一种存储介质,所以能够将信息存储到它的存储单元,是因为存储介质的某种物理性质发生了变化;由于这种变化,表示出信息已存储。再对这种变化进行识别,就可以对已经存储的信息进行读取。对于计算机用户经常使用的磁盘,使用的是磁介质,采用使磁介质磁化的方法存储计算机程序或数据。被磁化的单元存入二进制数的数字“1”,未被磁化的单元则表示二进制数的数字“0”。这样,就可以将文字、数字存储到磁介质上,使用时,通过磁头探测系统,就可以在磁介质的存储单元上进行“阅读”,被磁化的单元,使磁头探测系统产生电脉冲,表示此处为二进制数的数字“1”,而当探头接触未被磁化的单元时,探测系统不产生电脉冲,此时表示二进制数的数字为“0”。于是,将存储在磁盘上的信息,可以读取出来。

对于 CD-ROM,简单说,它的信息存储与读取,是用光学方法实现的,采用的是激光源。在信息存储时,是用激光照射到光敏介质上,经过用信号调制的激光,在光敏层记录下需要存储的信息。经过一系列光学处理,得到一张母盘,再用母盘铸模,制成金属的阴盘,用阴盘去加工,可以成批制成 CD-ROM 的盘片。在盘片的数据记录面上,镀上反射层,再涂以保护漆、印制标签,就制成一张成品 CD-ROM 光盘片了。阅读信息时,将 CD-ROM 盘片装入 CD-ROM 驱动器中,激光光束从 CD-ROM 盘片下面入射,经过反射层,将光束反射到光电接受器上,产生电信号。将电信号进行一系列的处理,最后将数字信息输入到计算机系统。由于 CD-ROM 上信息的存储,以及从 CD-ROM 上读取信息,采用的都是光学方法,据此将 CD-ROM 称作光盘。激光的英文是 Laser,也有人按其译音称为镭射盘。

光存储介质在存储信息过程中,使光存储介质的表面的光学性质发生变化,通常是使表面的反射光强发生改变。反射光强的改变,可以是由于在不同的反射表面,反射光之间产生光程差,当光程差恰好为反射光波长的一半,则两光相干相消,没有反射光。CD-ROM 光盘片就是这种情况。也可由于不同的反射面产生的反射光,它们的偏振(Polarization)状态(或称极化方向)的改变,使反射光的光强在不同的部分而有所不同。一次写入多次读出光盘 CD-WD,可擦写光盘 CD-MO 即属于这一种。

§ 2.3 CD-ROM 的制作

CD-ROM 制作过程,大体可分为四个主要阶段。

第一阶段为数据准备阶段。

在这个阶段,要进行数据的收集、整理和编辑。然后将整理好的数据,按照在 CD-ROM 上出现的先后次序,以及 CD-ROM 的技术标准所规定的格式,将数据存储到磁带上。这个磁带就称为主带。对主带上的数据要进行分段、编码,以便在检测时,发现并纠正主带数据中的差错。对于主带上的数据进行测试,可采用两种方法:一是制作一张 CD-ROM 光盘片,将这张光盘片放入 CD-ROM 驱动器中,在多媒体系统环境中运行,检查数据是否符合要求。这种方法比较费工,成本也较高。第二种方法是将主带上的数据,转存到配备有大容量硬盘的多媒体系统中,模拟 CD-ROM 运行条件,运行多媒体应用程序,从中发现、检测主带数据的差错,并加以修改,直到符合要求为止。用这种方法,可以反复修改和运行,这一步通过后,再用前面的方法,制出

一张光盘片,在多媒体系统中运行记录的程序。经检测后认定确无任何误差,则可进入到下一步制造阶段。

第二阶段是制作阳母盘。这个阶段的工作,首先要精细地加工一个玻璃底盘,使这个玻璃底盘的表面既平坦,又无任何划痕。然后在底盘上均匀地涂上一层光敏化学物质——光刻胶。将主带上存储的数据,转存到主盘制作机的存储系统中。主盘制作机的氦离子激光器发出的蓝色光束,被经过编码的数据流调制。经过调制的激光束照射到涂有光敏层的底盘上。这时,激光束的位置、聚焦以及底盘的转速,都要按照制成的 CD-ROM 光盘片的要求,进行严格的控制。底盘上的光敏层经过被数据流调制的激光照射而感光,使数据连续不断地记录到底盘的感光层上。

接着,就是将底盘上的曝光部分,用化学方法使其脱落,这就相当于照相技术中的显影处理。这时的底盘就成为一光刻盘。

将光刻盘经过腐蚀,使曝光的部分腐蚀到所需要的深度,而形成凹坑,也有称之为皮特(Pit)。没有曝光的部分,则不被腐蚀。除去未曝光的感光层,就是 CD-ROM 光盘片上相对于凹陷部的凸起部分,也有称为陆地(Land)。这时,就得到一个阳母盘。阳母盘上的凹陷和凸起部分,与制成的 CD-ROM 光盘片完全一样。仿照照相技术上的术语,就是得到一个“正片”模板,或称“阳模板”。这个阳母盘,记录了需要存储的数据,又是制作 CD-ROM 的母体,因此,母盘非常珍贵!

第三阶段是制作金属压模盘。由于母盘非常珍贵,而且盘上的凹陷和凸起部分与制成的 CD-ROM 完全一样,不能用母盘去生产 CD-ROM 光盘片。因此,在母盘淀积上较厚的金属层,然后将金属层与母盘分离,得到一个金属的阴母盘,称压模盘。压模盘上的凹陷与凸起部分,与母盘上正好相反。这相当于照相得到一张负片。在从母盘上剥离金属压模盘时要十分小心,免得损坏母盘上的凹陷与凸起部分,因为这些位置均代表所记录的数据。一般情况,压模盘要作备份。

将压模盘经过加工,可以复制许多压模。用压模可以在 CD-ROM 生产线上,成批量地制造 CD-ROM 光盘片。

最后一阶段,将融化的聚碳酸酯注入模板中,用压模压上记录的数据——也就是在聚碳酸酯基底印上凹陷与凸起。并且将外形、中心孔一次加工完成。待聚碳酸酯凝固后,在数据面上镀以金属铝作为反射层,再在反射层上加保护漆,印刷标签,经过数据检测,最后将 CD-ROM 片装入保护盒中,成为一个合格的产品。

整个 CD-ROM 制作的过程,都要求绝对地清洁,尤其在最后的阶段,因为不慎落入一个小灰尘,就会造成数以百计比特数据的丢失。在整个制作过程中,每个凹陷和凸起部分都必须精确无误地复制,稍一有误,不仅使数据丢失,甚至会造成严重后果。此外,在 CD-ROM 生产的全部流程中,在各个生产环节,都备有专用仪器,进行产品质量的监测,以保证生产出合格的产品。

§ 2.4 CD-ROM 上的数字数据存储形式

对于计算机有了解的读者已经熟悉,计算机使用的数制,是二进制数。每一位 0 或 1 就称为一个比特(Bit),或位元。为了表示数据中所有的字符,包括数字、字母和专门符号,通常用 8

比特来表示,称为字节(Byte)。那么,CD-ROM 上存储的数据,是否也遵从这个规则呢?

初看起来,答案应该是肯定的。在第一章已经介绍过,在 CD-ROM 的光道上,只有当凹陷部与凸起部或在相反情况下,反射光产生突变。此时,在 CD-ROM 驱动器中光电接收器接收到光脉冲信号,转换成电脉冲,表示二进制数“1”。当采用二进制数 8 位为一字节存储数字信息时,CD-ROM 光盘片在记录信息上遇到了技术上的困难。

对于 8 位为一字节的二进制数,可以有 $2^8 = 256$ 个不同的组合方式,代表 256 个不同的状态。我们可以举几个数值的例子来说明。

数值	8 位二进制数表示
0	0 0 0 0 0 0 0 0
1	0 0 0 0 0 0 0 1
2	0 0 0 0 0 0 1 0
3	0 0 0 0 0 0 1 1
4	0 0 0 0 0 1 0 0
⋮	
7	0 0 0 0 0 1 1 1
8	0 0 0 0 1 0 0 0
9	0 0 0 0 1 0 0 1
10	0 0 0 0 1 0 1 0
⋮	
15	0 0 0 0 1 1 1 1
16	0 0 0 1 0 0 0 0
17	0 0 0 1 0 0 0 1
⋮	
31	0 0 0 1 1 1 1 1
⋮	
127	0 1 1 1 1 1 1 1
128	1 0 0 0 0 0 0 0
129	1 0 0 0 0 0 0 1
⋮	
136	1 0 0 0 1 0 0 0
...	
170	1 0 1 0 1 0 1 0
⋮	
231	1 1 1 0 0 1 1 1
⋮	
255	1 1 1 1 1 1 1 1

从上面所举数字中,可以看出,以二进制数 8 位表示 256 种状态,大致有以下几种情况:

1. 全为 0,或全为 1;
2. 一个 1 或连续两个及两个以上的 1,其余为 0,或被 0 隔开;
3. 单独的 1 与 0 相互间隔;
4. 1 被两个或两个以上的 0(最多为六个 0)隔开。

上面所介绍的 8 位二进制数,当连续出现两个或两个以上“1”时,在 CD-ROM 上进行存储,是难以实现的。

当一个状态发生改变时,可以把这种改变记录下来。如同 CD-ROM 的光道上,当从凸起部突然变为凹陷部,或者在相反的情况下,这时反射光强发生突变,接收器收到这个突变的信号,表示为 1。而在凸起部或凹陷部并未发生状态的改变时,反射光强不变,接收器输出为 0。由于不能实现连续突变的原因,在以二进制数 8 位表示一种状态时,如果连续出现两个 1,在 CD-ROM 上是不能实现存储的,而必须将连续的两个 1 用 0 来间隔开。

那么,两个 1 之间以 0 来隔开,至少 0 的个数为 1 个。用一个 0 隔开两个 1 是否可以? 回答是否定的。0 的个数,要取决于阅读 CD-ROM 数据时激光束的波长。从光学理论上可以知道,当光波的波长一定时,该波长所能分辨的最小两个物点间的距离就确定了。凡是小于这个距离的,该波长的光就不能分辨,而将这两个点混在一起。就是说,在两个连续的 1 之间,至少要由 2 个 0 将它们分隔开。如果将这个距离定为 T ,则在 CD-ROM 光道上凸起部与凹陷部的最小距离称为行程距就规定为 $3T$ 。这样,CD-ROM 光道上的行程距与 0 的个数成正比。也就是由于这个原因,CD-ROM 应以恒线速转动。 T 的长度为 $0.277\mu\text{m}$,CD-ROM 光盘上限定凸起与凹陷部分的长度在 $3T$ 至 $11T$ 范围内。一张 CD-ROM 光盘上,相邻的螺旋形光道间距为 $1.6\mu\text{m}$,每厘米约有 63 000 条光道(每英寸为 16 万光道)。在 5 公里长度的光道上,凹陷部分的总个数约 8 亿多个。

由于以上的原因,在 CD-ROM 上作数据存储时,应当将计算机系统的 8 位二进制数转换成 14 位通道位。用 14 位通道位表示 256 种状态,不会出现两个 1 连续出现的情况,并且在两个 1 之间至少由两个 0 隔离开。例如 3 的二进制 8 位表示为 0000011,14 位通道位的表示为 10001000100000;231 则表示为 00100100010010;255 则表示为 00100000010010。这个由 8 位到 14 位通道位的转换,由 ISO/IEC 10149 标准规定,有对应表可查。这种转换称为 EFM(Eight to Fourteen Modulation),即 8 到 14 位调制编码。为了避免前一个数字的末尾为 1 与紧接其后的起始数还为 1,仍然会出现两个 1 相连的情况,故在两个通道位编码之间,另外再加上 3 位合并位。于是一个数字转换成通道位后,就成为 17 位的通道码了。图 2.1 画出了由十进制数转换成为 8 位二进制数,再转换成为 14 位调制数据,再加上 3 位合并位成为 17 通道位,最后在光盘上形成凹陷部分。

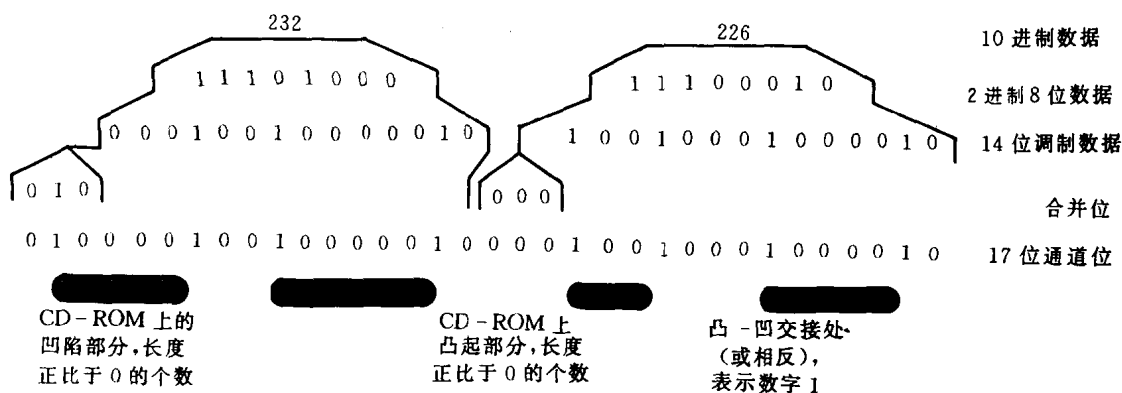


图 2.1 数据转换成 CD-ROM 上凸-凹过程示意图