

DVD & DVC

基本原理与调整

作者：刘宪坤 袁鲁林等



DVD&DVC

JIBEN YUANLI

YU TIAOZHENG



电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

URL: <http://www.phei.com.cn>

TN946.5
418

DVD & DVC 基本原理与调整

刘宪坤 袁槽林 编著

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 提 要

本书介绍了 90 年代松下、索尼、飞利浦、胜利、东芝等跨国公司联合开发的最新数字录像产品 DVD 视盘机和 DVC 数字摄录机。这两种产品同是采用 MPEG2 数字压缩技术,利用各自的媒体(Disc 和 Tape)和结构,使图像质量达到 500 线以上的清晰度,这是家用录像产品前所未有的高水平,而且这一水平与当前正在我国大、中城市普及的大屏幕彩电恰好相配。这两种产品不仅是今后一段时期内光盘和磁带录像的主流产品,而且是下一世纪将要普及的多媒体系统的核心。

本书前三章介绍了 DVD 和 DVC 数字录像和数字图像信号的基础知识;第四~八章介绍了 DVD 的软硬件技术;第九~十一章介绍了 DVC 系统的软硬件知识;第十二~十五章介绍 DVC 结构、原理、机电部分调整;第十六~十八章介绍数字电视广播、数字图像复制管理,以及数字录像与 PC 机及 Internet 网的融合。

本书兼备知识性和实用性,可作为产品设计师和广大维修人员的工作手册,也可供大专院校有关专业师生参考。

书 名: DVD & DVC 基本原理与调整

编 者: 刘宪坤 袁榕林

责任编辑: 王淑兰

印 刷 者: 北京利玛胶印厂

出版发行: 电子工业出版社出版、发行 URL: <http://www.phei.com.cn>

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

经 销: 各地新华书店经销

开 本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 18 3/4 字数: 460 千字

印 数: 3000 册

版 次: 1999 年 5 月第一版 1999 年 5 月第一次印刷

书 号: ISBN7-5053-5115-X/TN·1232

定 价: 26 元

凡购买电子工业出版社的图书,如有缺页、倒页、脱页者,本社发行部负责调换
版权所有·翻印必究

前 言

DVD(数字激光视盘)和 DVC(数字盒带录像)同是 90 年代开发出来的家用数字录像系统,其优良的声像质量和高超的综合技术代表了当今消费电子产品的最高水平。这两个新宠的共同特点是,利用了人类创造的新技术,如短波长激光技术、精密伺服技术、超大规模集成电路技术和高效编码技术。其不同之处仅是,信息存储媒体的形状(前者为圆盘,后者为带状)、物理参量(前者为光学参量,后者为磁参量)和读取信息的机制(前者为光反射,后者为磁通)。

1877 年美国大发明家托马斯·爱迪生(Thomas Edison)发明的留声机(phonograph)开创了人类记录声音的先河,10 年后,埃米尔·伯利纳(Emile Berliner)发明的圆盘形唱片才真正成为人们家庭娱乐的主角。

1898 年,丹麦工程师沃尔森(Valdeman Poulsen)受贝尔发明的电话机(1876 年)的启发,利用使电磁铁沿钢丝移动的方法发明了“留声机”(Telegraphone),从而开始了磁性记录技术的征程,1935 年,由德国 AEG(通用电气)公司将钢丝改进为磁带。

一百年来,伴随着生产力的发展和社会的进步,唱片和磁带这两种媒体在人类精神文明和物质文明方面起着十分重要的作用。两项技术产品相互竞争,相互渗透,又相互促进,最终又服务于同一个对象——人类。60 年代以前,由于记录密度所限,它们只能记录声音,70 年代前后,开始记录信息量很大的活动图像,到 90 年代,人们才充分利用多种最新技术成果和 MPEG2 数字信号压缩技术,开发出了两种全新的数字化录像系统 DVD 和 DVC,其图像水平清晰度均达到 500 电视线以上。就消费电子产品而言,这是前所未有的高水平,而且是全数字化产品,因而是多媒体系统的重要配套件。在信息社会的 21 世纪,它们必将成为热门产品。根据日本机械电子工业协会(EIAJ)的预测资料,到 1999 年,DVD 机的世界需求量将达到 727.3 万台,DVC 机的世界需求量也将达到 446.5 万台。可见,这两类产品仍将在竞争中不断提高。

国产 DVD 视盘机已于 1998 年春上市,比日本上市期只晚了一年多。DVC 的标准是 1993 年 7 月由松下电气、索尼、飞利浦、汤姆逊、胜利、日立、三洋等世界 10 家跨国公司共同发表的,其产品于 1995 年上市,1997 年产品达到 207 万台(主要是迷你型摄录机)。我国由于配套方面的困难,至今无人考虑生产。因为 DVC 不像 DVD,买了盘片制造设备(预母化设备、母盘制造设备和商品盘复制设备)后,只要有注塑用的材料即可大量生产盘片。DVC 用的盒带制造,不仅要有磁带制造(金属蒸镀或称真空溅射)设备,而且要有仅 $7\mu\text{m}$ 厚的带基(PET:聚对苯二甲酸乙二醇酯)制造设备,厂家还要有各种各样的原材料供应,我国的一些中小规模企业面对这样的生产要求就显得力不从心,孤掌难鸣了。但是,作为一种先进的适用的产品,其市场规模是相当可观的,只要有需求,就有生产供应,现在我国市场上已有为数不少的 DVC 产品,如 SONY, Panasonic 和 JVC 等的 DVC 产品。也许过不了多久,我国的企业家们也会进入 DVC 制造行业。

本书主要介绍已在发达国家兴起,即将在我国流行的最新家用数字录像产品 DVD 和 DVC。

本书共十八章。前三章介绍了 DVD 和 DVC 的基础知识;第四章至第八章介绍了 DVD 的软硬件技术;第九章至第十一章介绍了 DVC 系统的软硬件知识;第十二章至第十五章介绍了 DVC 结构、原理、机电部分调整;第十六章至十八章介绍了数字电视广播、数字图像复制管理,以及数字录像与 PC 机、Internet 网的融合。

由于本书涉及的技术新,资料搜集尚不齐全,我们凭着尽快给广大同行提供渴求的参考资料热情,在较短时间内编成了此书,错误之处难以避免,切望读者不吝指正。

编 者

1998 年 8 月 25 日

目 录

前 言	(i)	第九章 DV 制数字磁带录像机概要	(68)
第一章 图像技术概述	(1)	第一节 专业用数字 VTR 的历史	(68)
第一节 用电信号处理图像的方法	(1)	第二节 家用数字 VTR 概要	(69)
第二节 家用 VTR 的机制	(4)	第三节 DV 方式	(74)
第三节 激光视盘的机制	(6)	第十章 DV 制的盒式磁带	(76)
第四节 家用 VTR 的特点	(8)	第一节 磁带	(76)
第二章 家用数字图像技术	(9)	第二节 带盒	(79)
第一节 家用 VTR 中的数字技术	(9)	第三节 ID 板	(81)
第二节 LD 视盘机中的数字技术	(10)	第四节 带盒存储器	(82)
第三节 家用机数字化的必要性	(11)	第十一章 DVC 制的信号处理	(85)
第三章 数字图像信号基础	(13)	第一节 DVC 与 DVD 的不同	(85)
第一节 数字图像系统的特点	(13)	第二节 采样与分块	(86)
第二节 数字信号的机制	(15)	第三节 DCT 与 VLC	(87)
第三节 信息压缩的机理	(16)	第四节 从去混洗到往磁带上记录	(88)
第四章 DVD 概要	(18)	第五节 伴音信号处理	(91)
第一节 数字视盘的开发	(18)	第十二章 图解 DVC 录像机结构及工作过程	(93)
第二节 DVD 的诞生	(20)	第一节 视频磁头	(93)
第三节 DVD 规格概要	(24)	第二节 磁头鼓	(94)
第五章 DVD 盘	(30)	第三节 走带系统	(94)
第一节 母盘预制	(30)	第四节 与大、小盒带的对应	(95)
第二节 母盘制造	(31)	第五节 图解 DVC 机工作原理	(97)
第三节 复制	(32)	第十三章 DV 制的应用	(127)
第四节 DVD 盘的结构	(34)	第一节 系统数据	(127)
第六章 DVD 的信号处理	(37)	第二节 DV 连接	(128)
第一节 按 MPEG2 进行图像压缩	(37)	第三节 DVC 与 DVD	(132)
第二节 按 AC-3 进行声音压缩	(43)	第十四章 DVC 机构的调整	(134)
第三节 数据流与格式化	(43)	第一节 机构检查、调整和维护	(134)
第七章 DVD 视盘机	(45)	第二节 机构检查、调整和更换	(143)
第一节 激光头	(45)	第三节 磁带路径调整	(178)
第二节 伺服系统	(48)	第四节 分解图与 PCB	(184)
第三节 信号处理系统	(49)	第十五章 DVC 摄录机的调整	(195)
第四节 DVD 视盘机的功能	(52)	第一节 摄像部分调整	(195)
第八章 DVD 的发展前景	(54)	第二节 机构部分调整	(235)
第一节 DVD-Video	(54)	第三节 视频部分调整	(237)
第二节 DVD-ROM	(56)	第四节 维修模式	(275)
第三节 DVD-Audio	(57)	第十六章 数字电视广播	(282)
第四节 可录 DVD	(59)	第一节 数字电视广播	(282)
第五节 DVD 的未来	(65)		

第二节 D-VHS	(285)		(288)
第十七章 数字图像的复制管理	(287)	第十八章 数字录像与个人电脑及网络的融合	
第一节 Macrorision 信号	(287)		(290)
第二节 DVD 的复制管理	(288)	第一节 数字录像与 PC 的融合	(290)
第三节 家用数字 VTR 的复制管理		第二节 软件分配通信	(291)

第一章 图像技术概述

数字图像技术的基本机制和传统的模拟图像技术有很多相同之处。下面,先简要地介绍一下这些共同的部分。

第一节 用电信号处理图像的方法

我们通常所说的“图像”(在本书中,除非特殊注明,一般是指活动图像),可以说是在空间与时间(活动)上展开的光信息。为了能把这种图像信息以某种形式给予记录、保存,或者是将其广播、通信,人们为此而发明了种种技术。

这些技术中,最早的是距今约 100 年即已实用化了的电影。它的方法是采用限制在一定框格之内的平面画面,以每秒 24 幅的速率来处理图像信息。每幅画面的析像能力要由胶片性能来决定,而且,从空间与时间两方面都对原来的图像信息(被拍摄对象的)做了大幅度的削减。

比电影更容易操作,更为便利的图像处理技术是约 50 年前发明的电视。在它出现 10 年之后磁带录像机也实用化了。

图像信息也好,任何其它信息也好,当使用电信号来处理它们的时候,为了能够加以记录、传送以及易于进行相应的信号处理,必须尽可能把信号的频带宽度(大致上与空间分辨率及每秒画面幅数即时间上的分辨率成正比)抑制得很窄。

图像技术采取的方法是在沿着画面的水平方向由左向右移动的同时,依次由上往下对整个画面进行扫描来把平面的画面变换成一连串的信号。以 NTSC 制的彩电图像为例,其一幅画面在横向上有 525 个扫描行,每秒为 30 幅画面(此处的幅称为帧)。实际是,为了抑制频带宽度而采取了分别对奇数行与偶数行加以扫描的隔行扫描方式,给出的是扫描行数只有一半的每秒 60 幅画面(此处的幅称为场,也叫半帧)。此外,还设有供严密地定时以便通过扫描能准确重现图像的信号。具体说来,是在每次进行水平扫描的开头处设置水平同步信号,在每场的扫描开头处设置垂直同步信号。见图 1-1。

画面中位于扫描行上的各点(画面的最小构成单元,称为像素)和彩色电影胶片的一样也是光的三原色的组合。这就是说,只要针对各个扫描部位给出红绿蓝(RGB)3 个信号,就能用电信号来重现与电影相同的图像。不过对电视图像来说,由于是先有黑白电视、后有彩色电视而且两者必须兼容,因而彩色电视信号中就必须含有黑白电视的亮度信号(Y)了。于是,尽管一切颜色都可以用 RGB 三轴构成的彩色空间坐标系来直接表达,实际的电视图像则是以 Y 信号取代 G 信号,其余二信号为分别从 R 信号与 B 信号减去 Y 信号的色差信号($R - Y$, $B - Y$)。见图 1-2。

像这样把图像分为不同的 3 个电信号来处理时,这 3 个信号都成为所谓的分量信号(Component Signal)。如果就这样来直接处理,就必须总是要进行 3 个系统的信号处理才

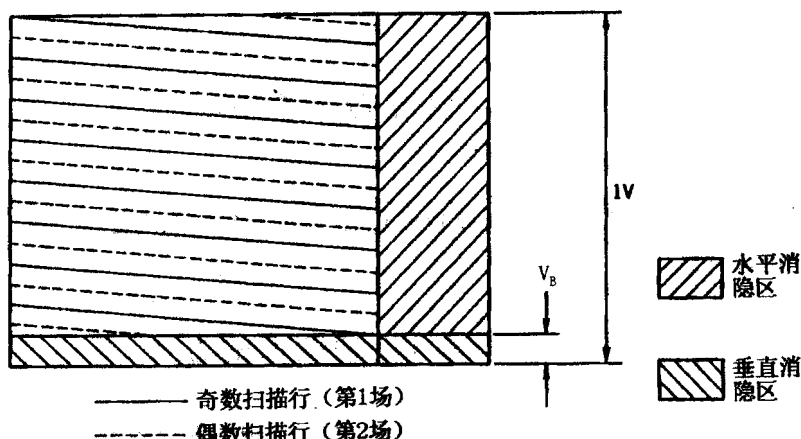


图 1-1 由扫描行构成的电视画面

垂直、水平同步信号是设置在没有图像的消隐区之内。如以垂直方向为例,则在 525 行之中有 20 行属于垂直消隐区。

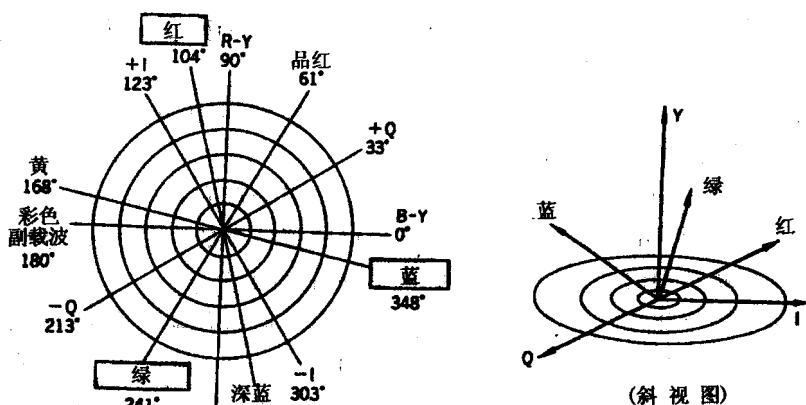


图 1-2 色空间

行,因而通常都是把它们归结成 1 个信号。但在这样做时还基本上不能增大信号带宽。

为此,首先是把表达彩色信息的色差信号变换成能在色空间中刚好是以正交坐标轴来表达的 I 信号与 Q 信号。下一步是用这两个信号的合成信号来对一个载波信号进行调幅。调幅所得信号称为色度信号(C)(有时也径称之为彩色信号)。色度信号的相位表达的是颜色的色调信息,振幅表达的是颜色的色度信息。成为这些相位与振幅的基准信号的就是前述进行调幅时所用的载波信号,为了供以后从色度信号读取彩色信息时使用,每次水平扫描都附有这一载波信号的样本,称为彩色同步信号(图 1-3)。

由于对图像进行扫描的这种方法给信号带上了周期性,因而图像信号(Y,C)就成了像梳齿那样一处一处地散开而存在着间隙的分布。于是,只要恰当地选择彩色载波的频

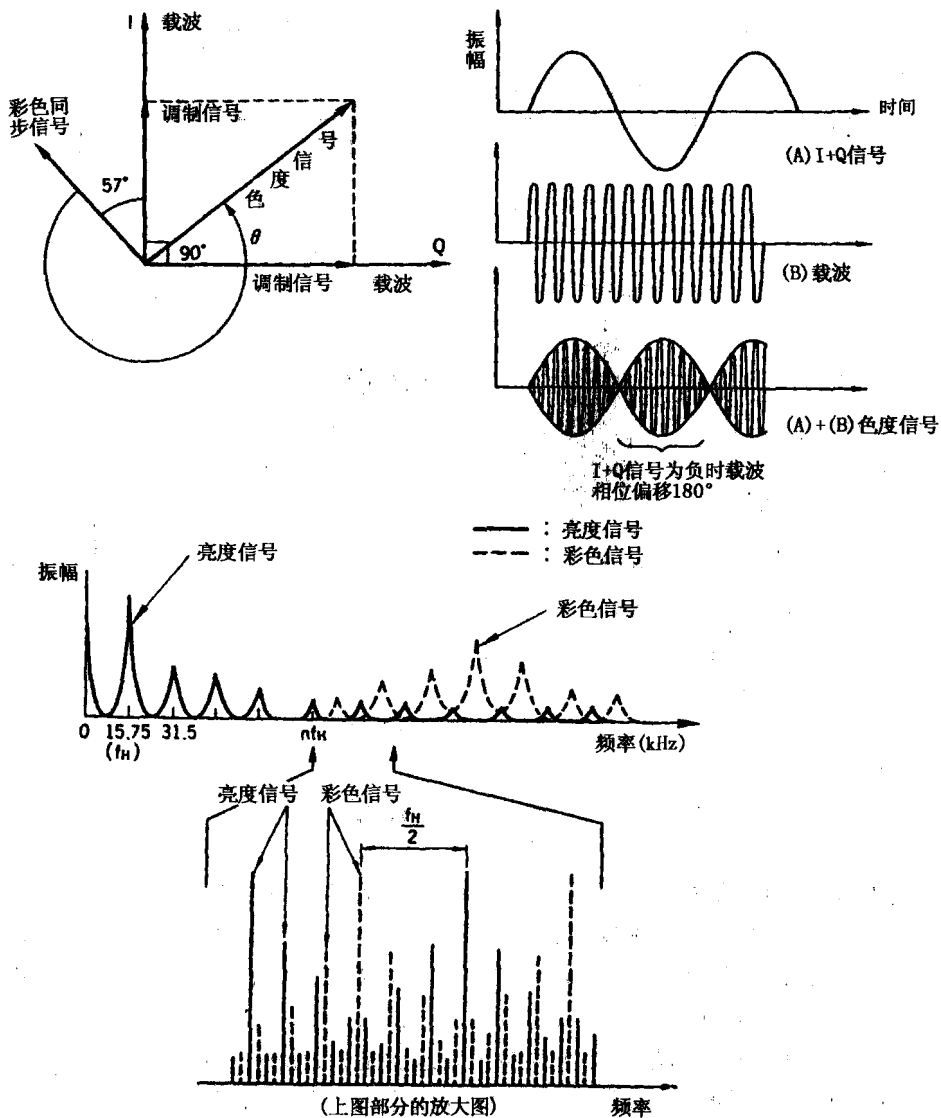


图 1-3 色度信号(C)以及图像信号的频谱

率,就能把色度信号 C 的各个分量放在亮度信号 Y 的各个空隙处。这只不过使梳齿密了些而已,并不会使带宽增大。

如此合并成一个信号的图像信号称为复合信号(见图 1-4)。

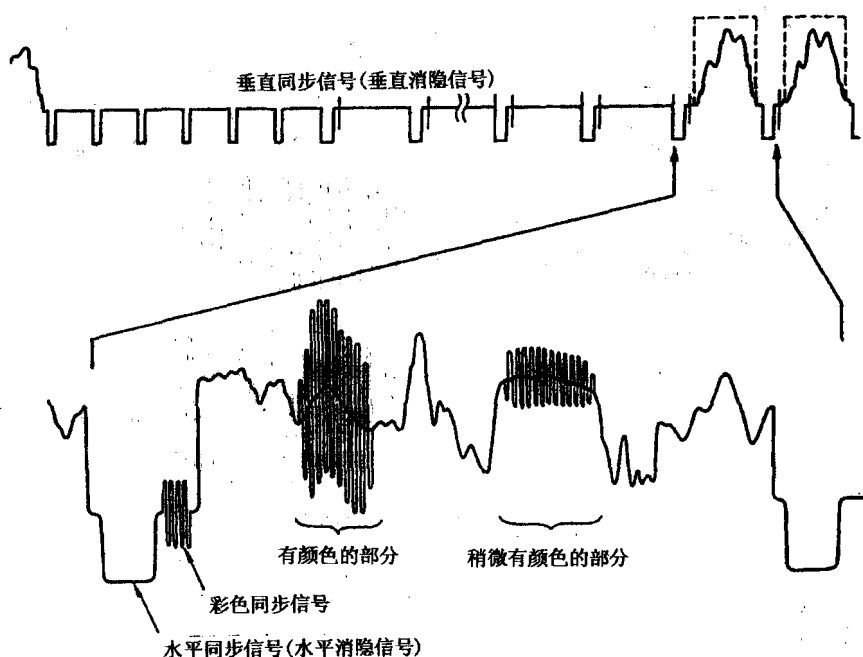


图 1-4 复合图像信号(NTSC 制)

第二节 家用 VTR 的机制

VTR(磁带录像机)是把图像信号以剩磁的形态记录到磁带上。它是通过叫作视频磁头的一种电磁铁来给出信号磁场,在磁带表面的磁层中留下剩磁的。在记录部位(记录磁迹)写入磁变化时的记录波长等于磁带-磁头间的相对带速除以记录信号频率所得出的商。不过,信号频率的高端要受到磁头的最小写入波长(取决于视频磁头的磁极间隔)的制约,而低端则要受到重放时输出变小的制约。这就是说,能够进行磁性记录的信号频带是有上限与下限的限制的(这一限制是以信号频率的上限与下限之比来反映),(见图 1-5)。

于是,为了提高磁性记录的效率,采取了用频带为 $0 \sim f_s$ 的记录信号对频率为 f_c 的载波进行调频的方法。调频(FM)是把原信号变换成频率随原信号的大小变动而振幅则为恒定的信号。经过调频之后,记录信号的频带就变为 $(f_c - f_s) \sim (f_c + f_s)$ 了。

不过,图像信号的带宽是声音信号的好几百倍,如果不能通过对磁头、磁带性能的显著改善来把记录波长做得极小,就必须把磁头-磁带间的相对带速提得非常之高方可。如果使用像磁带录音机那样磁头固定、只是磁带走带的系统,则磁带用量就太大了。因而 VTR 采用的是磁头对磁带上的磁迹斜向扫描的螺旋扫描方式,以便既能提高相对带速、又能以尽可能高的效率使用磁带上的记录部分而不必加大磁带用量。

对螺旋扫描方式来说,必须设置对磁头位置与走带进行准确控制的伺服机构,以便在放像时磁头能在记录磁迹的正确位置上循迹。特别是在控制走带的系统中就设有循迹调

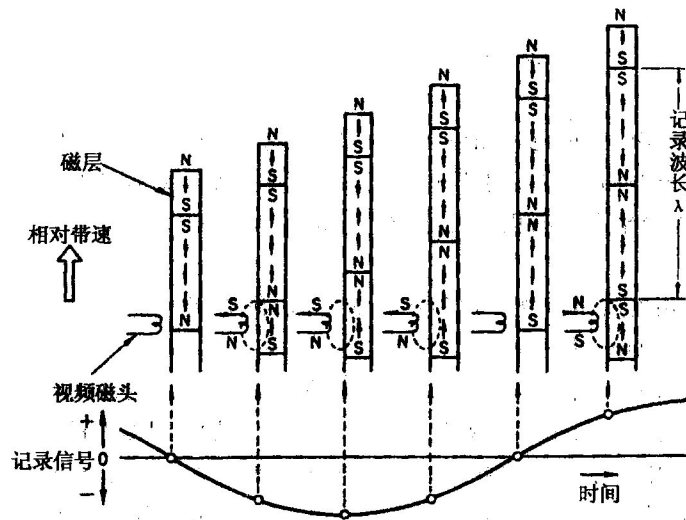


图 1-5 磁性记录的记录波长

整机构,用以在放像时对 VTR 的互差进行补偿。见图 1-6。

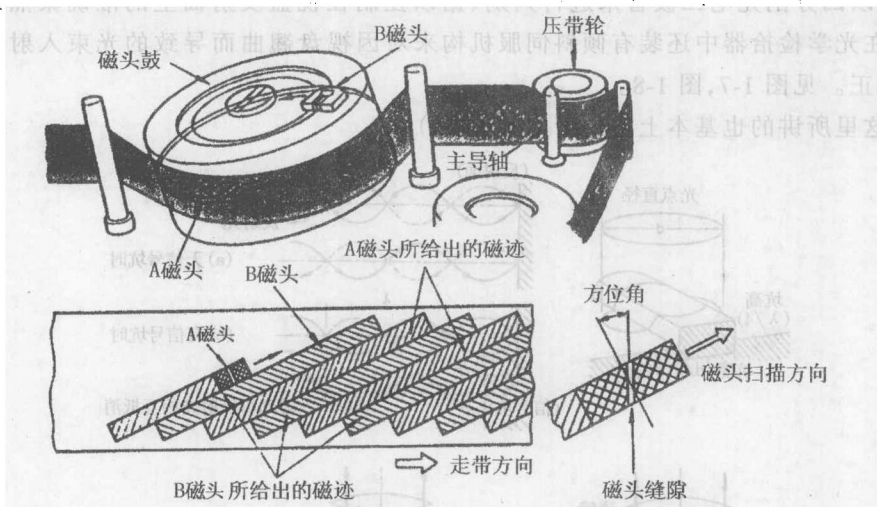


图 1-6 螺旋扫描方式

如果重放时磁头缝隙的角度与记录时的不同,则重放输出就会变小。可以利用这一点来抑制重放时从相邻磁迹泄漏过来的信号(串扰),作法是让分别对应于相邻磁迹的视频磁头(家用 VTR 通常是有 2 个)的缝隙取不同的角度。磁头缝隙的角度(以对于磁头扫描方向成直角的方向作为零)称为方位角,利用方位角的这种特性来进行记录的方法称为倾斜方位角记录。

第三节 激光视盘的机制

激光具有波长单一(单色)、相位一致而非常稳定的性质。让这样的激光入射到具有高矮为其 $1/4$ 波长的凹凸的反射面上时,反射光的强度会对应于凹凸而有很大的变化。此外,对于宽度为聚集在反射面上的光点直径的 $1/3$ 的凹凸,反射光也会由于光的衍射现象而变化。

激光视盘利用的就是激光的这种特殊的性质,作为所记录的信息而在其反射面上形成一连串的大量凹凸(信号坑)。

在对视盘照射激光、拾取其反射光的光学检拾器(相当于唱机的唱头,激光则相当于唱针)中,装有对光束在反射面上聚焦与循迹等进行伺服控制而设的机构。激光束事先由光栅分为3条,其中基本上是原样透过光栅的那条激光束是用来入射到信号坑串上读取重放信号的,其余两条衍射光束则是用来入射在信号坑的边缘处而把它们反射强度之差用作控制信号。对于反射回来的光束是由圆柱状透镜加以聚集,使之在信号检测用光电二极管受光面上所形成的光点形状会相应于到达反射面为止的光程长度而变化,是对其形状以四分割光电二极管来进行判别、据以控制在视盘反射面上的准确聚焦的。除此之外,在光学检拾器中还装有倾斜伺服机构来对因视盘翘曲而导致的光束入射角的偏差加以校正。见图 1-7,图 1-8。

(这里所讲的也基本上适用于 CD 系统。)

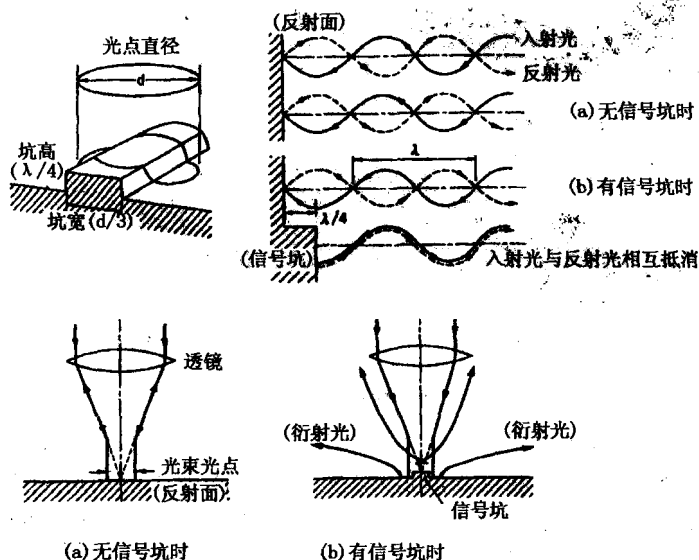


图 1-7 反射面上的信号坑所给出的反射光的变化

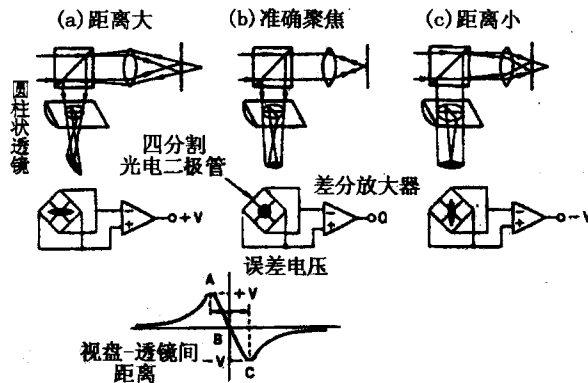
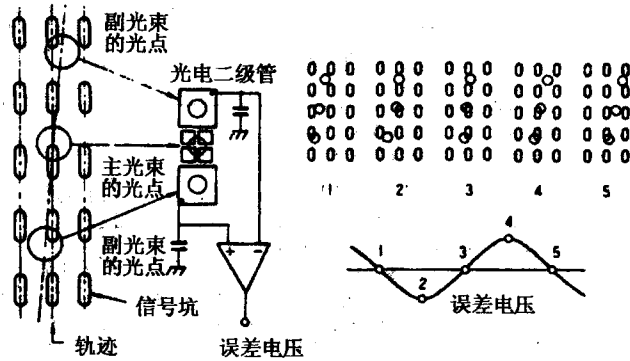
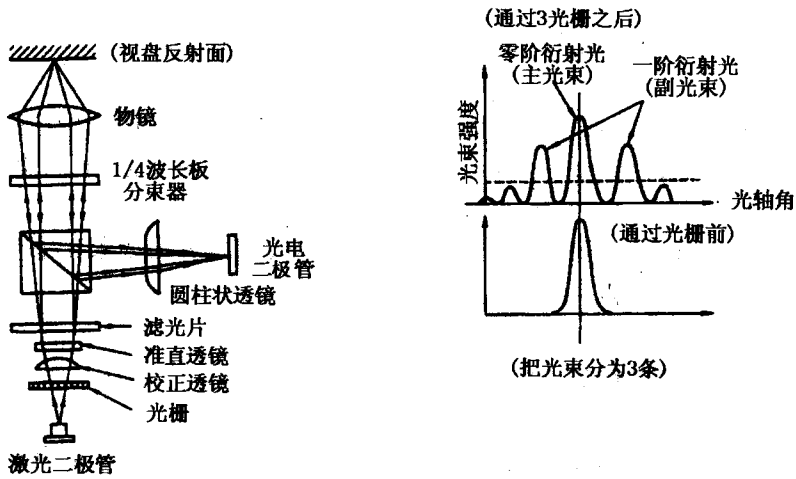


图 1-8 LD 视盘机的光学检拾器与循迹、聚焦伺服的机制

第四节 家用 VTR 的特点

家用 VTR 可用来进行电视节目的收录备看、各种图像软件的重放以及观看个人用摄像机拍摄的录像集或录像信件等。应该说它既是家庭中的一种娱乐用品,也是用来获得信息的一种工具。

家用 VTR 的历史比电视台等所用的专业用机为晚,对两者的要求是非常不同的。以家用 VTR 而言,其主要特点有以下 3 点:

- ① 价格低;
- ② 机器本身与盒式磁带都是小型化的;
- ③ 录像时间长。

其中,盒式磁带的小型化与长时间录像之间尽管是一对矛盾,却以高密度记录技术为背景都取得了成功,从而创造了家用 VTR 的独特历史。采用盒式磁带的最早的家用户 VTR 的磁迹间距为 $80\mu\text{m}$,记录波长为 $2\mu\text{m}$,而在其 20 年后出现的 Hi8 型的磁迹间距与记录波长分别为其 $1/8$ 与 $1/4$,记录密度竟然提高了 30 倍以上!见图 1-9。

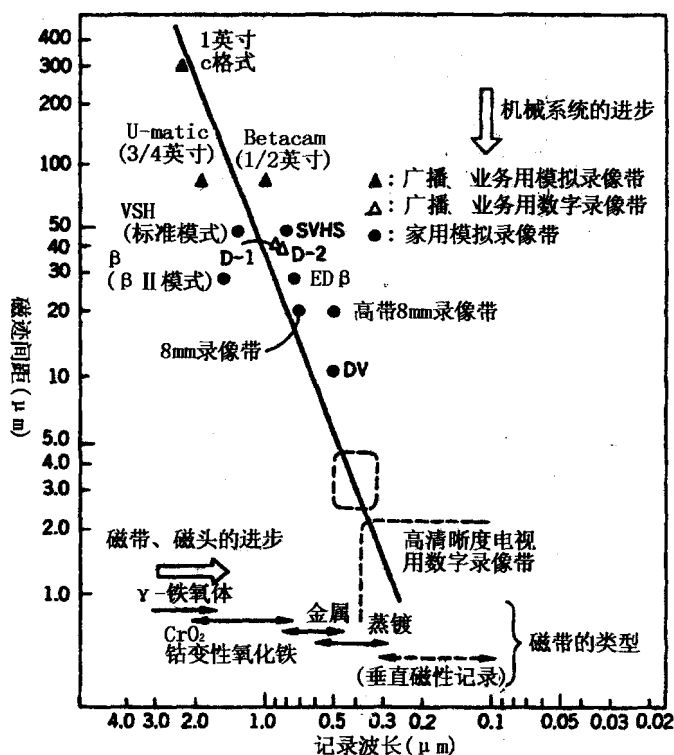


图 1-9 VTR 的高密度记录化的历史

第二章 家用数字图像技术

人们早已熟知的家用 VTR 与 LD 视盘机宣称采用了数字技术,但它们与最近问世的 DV 制数字磁带录像机和 DVD 制数字视盘机所采用的数字技术是不可同日而语的。

第一节 家用 VTR 中的数字技术

最早为家用 VTR 采用的数字技术是用来避免在静止画面与慢速重放等特殊重放的图像中出现噪声的数字存储器。

其后,又在对 VTR 所记录的信号进行 YC 分离(家用 VTR 一般是对 Y 信号与 C 信号加以分别处理的,必须把它们分离开来)上使用了数字技术。就两个相邻的扫描行来说,是存在着 Y 信号的相位相近而 C 信号却互为反相的倾向的。于是,如使此二者相加,则 C 信号就会基本上相互抵消而得到大致为两倍的 Y 信号。把这样得出的 Y 信号再从原信号中减去,就得到 C 信号了。对于两个连续的帧来说,也存在着同样的性质。由于在这种场合是对时间上一前一后的信号进行相加,因而就需要用到对信号加以延时的存储器。原来并没有采用数字存储器,用的是模拟的延时电路,而采用了数字存储器之后,就能够在延时后仍使信号保持原样了。不仅如此,通过数字存储器的采用,还使家用机也能运用数字技术进行一些非常复杂的信号处理了,例如根据图像的活动状态对画面的各部分分别进行行或帧的信号处理,并根据活动程度来改变两方面处理的比率等。见图 2-1。

由于 YC 分离电路的特性表现为梳齿状的频谱,所以又称为梳形滤波器。这种滤波器最为常见于图像信号的噪声消除电路之中。在消除噪声方面也采用了同样的数字技术。

对于高速重放时的图像来说,存在着一个在产生有条形噪声的同时还会出现横向歪扭部分的问题。这是由于磁头的扫描情况与常规重放时不同而使重放信号产生了周期性的时间上的很大偏移所致。此外,如果是把多磁头 VTR 或磁头鼓为小型的摄像机所拍摄的录像带用别的 VTR 来重放,则有时也会由于时间上的偏移而在横向上看到略微有些畸变。作为能够对重放时与正规的时序不符的这种时间上的偏移加以校正的手段,家用机通过采用数字技术也开始用起了原来只有专业机才用的 TBC(时基校正器)了。

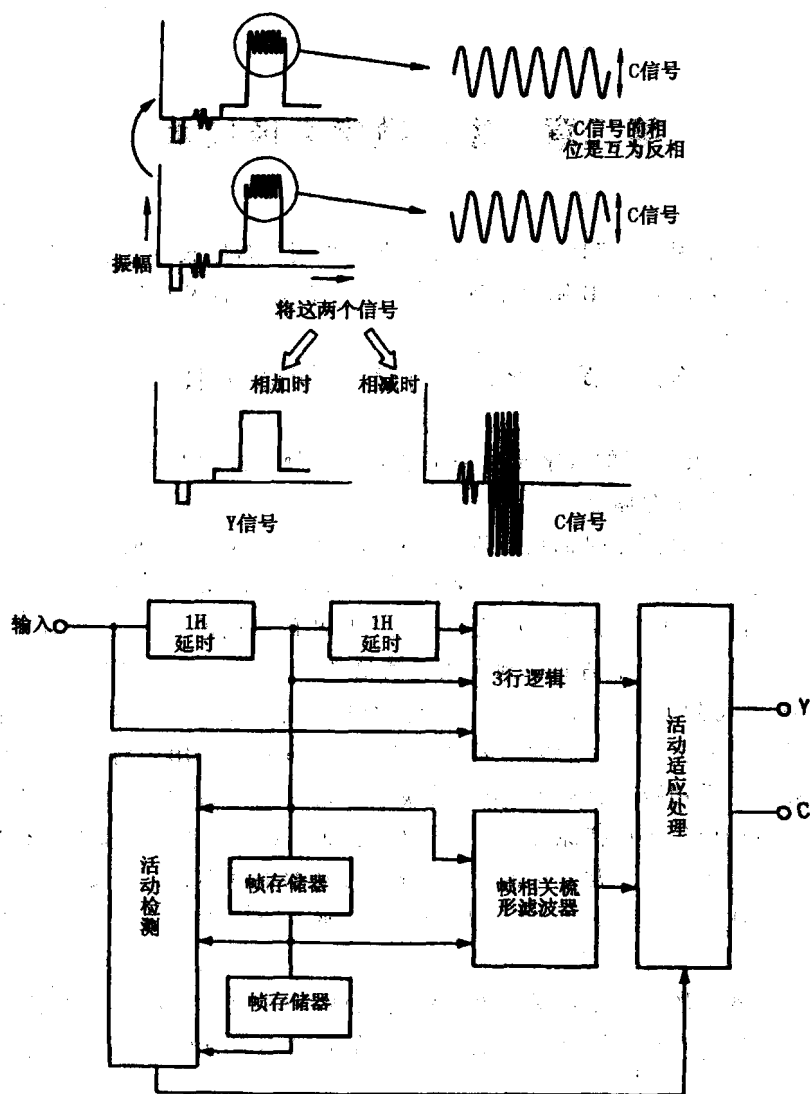


图 2-1 YC 分离(扫描行之间)的原理与三维数字 YC 分离

第二节 LD 视盘机中的数字技术

LD 视盘机最早采用的数字技术是数字存储器,用来使 CLV(恒定线速)盘也能和 CAV(恒定角速)盘同样地进行特殊重放。由于当时(10 年前)还没有可供家用机使用的单片大容量存储器,所以曾经用过多达 16 块的 64K 位存储器。

因为在 LD 视盘机中也是设有 YC 分离、噪声消除、TBC 的电路的,所以家用 VTR 同样也在这些电路中相继采用了数字技术。

此外,CAV 盘的各帧的记录位置是每转 1 帧(1 帧 = 第 1 场 + 第 2 场),而 CLV 盘则