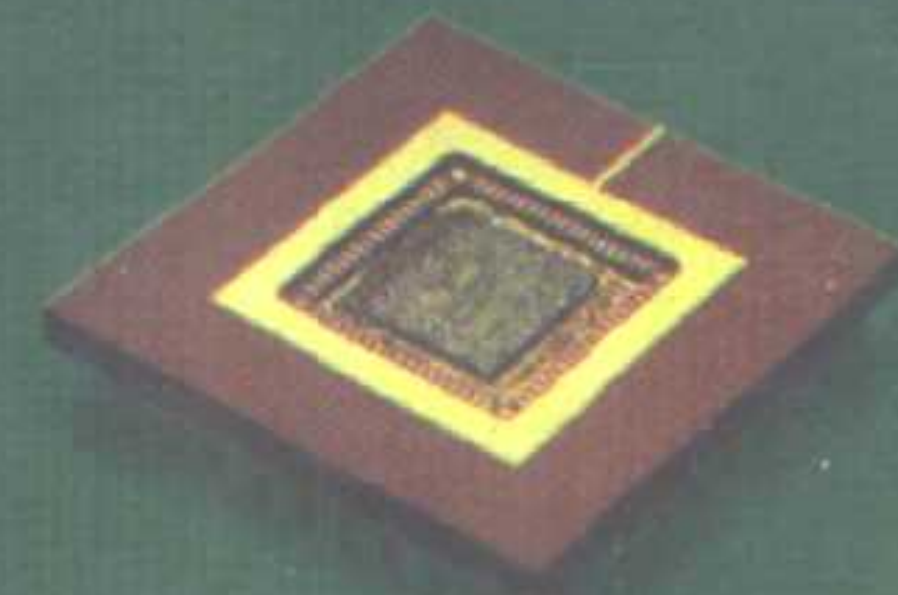


教育部规划教材

中等职业学校电子电器专业

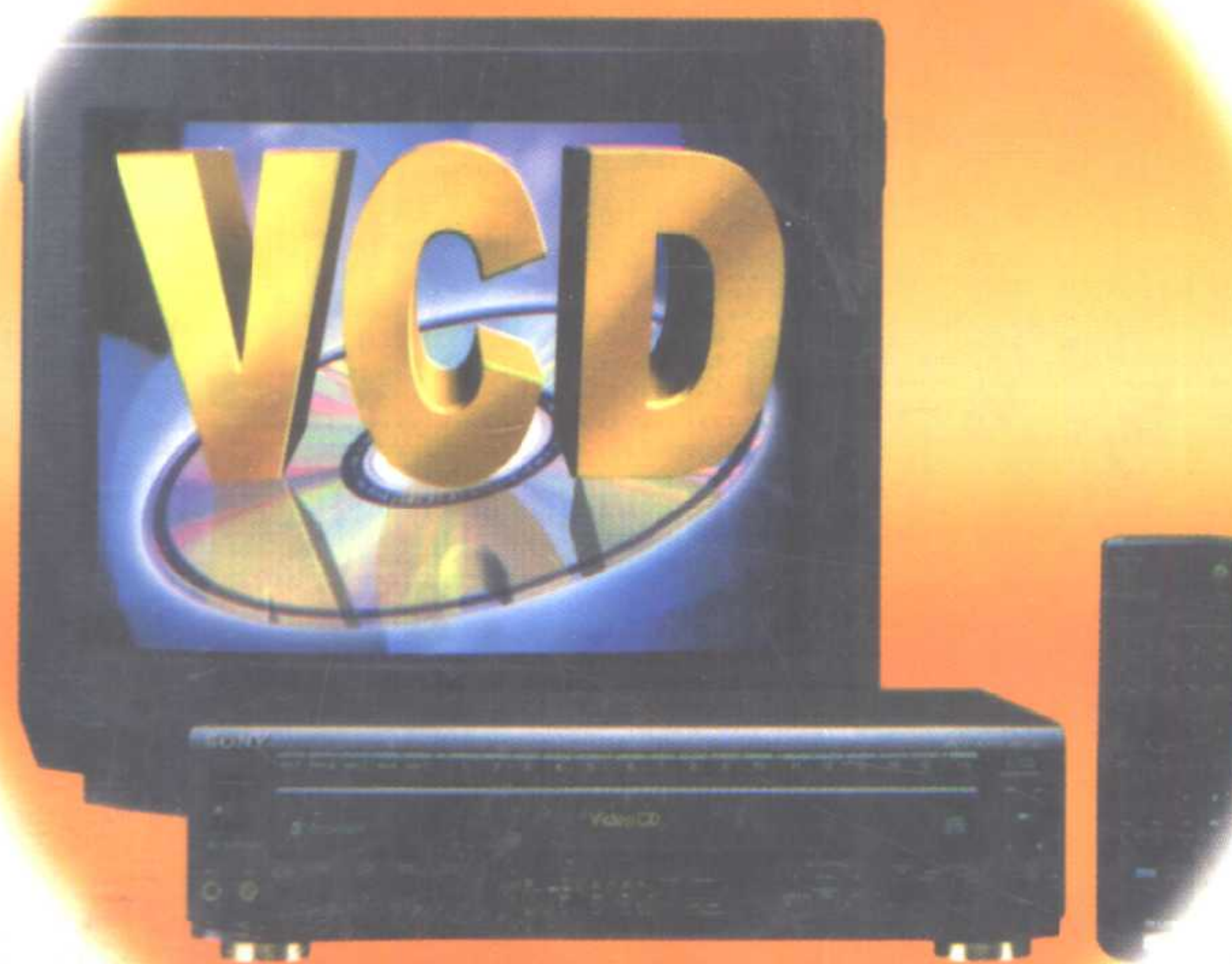
(含岗位培训 行业中级技术工人等级考核)



VCD原理与维修技术

全国中等职业学校电子电器专业教材编写组编

张小林 主编



高等教育出版社

教育部规划教材
中等职业学校电子电器专业
(含岗位培训 行业中级技术工人等级考核)

VCD 原理与维修技术

全国中等职业学校电子电器专业教材编写组编
张小林 主编

高等教育出版社

(京)112 号

内 容 提 要

本书系中等职业学校电子电器专业系列教材之一,为教育部规划教材。

全书共分 11 章,主要内容有:光盘技术基础、激光刻录原理、VCD 视盘机重放原理、实际电路分析、检修与调试等。全书以国内市场流行的 VCD 机为实例,突出应用。

本书可作为职业高中、技工学校及中等专业学校电子电器专业 VCD 原理与维修课程的教材,也可供专业维修人员作岗位培训教材或自学用书。

图书在版编目(CIP)数据

VCD 原理与维修技术/张小林主编;全国中等职业学校
电子电器专业教材编写组编. —北京:高等教育出版社,
1999.9

ISBN 7-04-007150-9

I. V… II. ①张… ②全… III. 激光放像机—维修—专业
学校—教材 IV. TN912.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(98)第 26340 号

出版发行 高等教育出版社

社 址 北京市东城区沙滩后街 55 号

电 话 010—64054588

网 址 <http://www.hep.edu.cn>

邮政编码 100009

传 真 010—64014048

经 销 新华书店北京发行所

印 刷 北京地质印刷厂

开 本 787×1092 1/16

印 张 17.25

字 数 420 000

插 页 7

版 次 1999 年 5 月第 1 版

印 次 1999 年 5 月第 1 次印刷

定 价 19.00 元

凡购买高等教育出版社图书,如有缺页、倒页、脱页等
质量问题,请在所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

前 言

随着数字技术的迅速发展,激光唱机、激光影碟机在我国已经日趋普及。激光唱机、激光影碟机是集机、光、电为一体的全数字化声、像重放装置,逐渐成为贴近人们生活、促进社会发展的高科技产品之一。

本课程是在学生学习了《收录机原理与维修》、《彩色电视机原理与维修》和《录像机原理与维修》等课程后开设的。为突出重点,本书对上述已学过的有关内容不再重复。同时,在编写过程中,我们还根据中等职业学校学生的实际情况,尽可能以定性分析为主,从信号流程与框图角度讲述电路工作原理,力求做到深入浅出,通俗易懂。

本书以长虹电子集团股份有限公司生产的 VCD 视盘机为重点进行叙述,主要介绍光盘技术、激光刻录原理、VCD 视盘机的工作原理与维修,以长虹红太阳 VD3000VCD 视盘机为例,详细讲解了该电路的工作原理,故障现象和维修思路以及调试方法,并附有机芯拆卸图。另外还对长虹 VD8000、VD6000、VD9000 等 VCD 视盘机的实际电路进行了分析。本书将原理与电路相结合,力求图文并茂,深入浅出,注重实践,以达到把新知识、新技术介绍给广大读者,进而用于实际工作中。

本书必学内容为 71 学时,学时分配参考如下:第一章 10 学时,第二章 10 学时,第三章 10 学时,第四章 12 学时,第五章 6 学时,第六章 3 学时,第七章 6 学时,第八章 6 学时,第九章 4 学时,第十章 4 学时。有条件的学校,在相应章节中还可以增加实习学时。为了教学和学习方便,本书后面附有 VD3000、VD6000、VD8000、VD9000 电路原理图。

全书共十章,前七章后面附有思考与练习。第一章为光盘技术基础,系统地阐述了光盘的发展过程,MPEG-1 基本原理;第二章为激光刻录原理,介绍了音/视频信号的数字化、频带压缩编码与传输、激光刻录与 EFM 调制;第三章为 VCD 视盘机重放原理,讲述了 VCD 重放机的组成和结构,VCD 重放机的伺服系统、数字信号处理系统、音频和视频解压系统;第四章至第十章讲述了 VD3000、VD6000、VD8000、VD9000、VCD 视盘机的工作原理、故障检修方法,可拓宽读者的视野。

本书编写过程中得到了长虹电子集团公司数字视听部与培训中心领导及有关设计人员的热情支持和帮助,在此一并表示谢意。由于编者水平有限,时间短,资料收集不全,尽管编者尽了最大努力,但错误与不妥之处在所难免,殷切期望广大读者及同行批评指正。

编 者

1997 年 12 月

责任编辑	金春英
封面设计	李卫青
责任绘图	李维平
版式设计	周顺银
责任校对	马桂兰
责任印制	宋克学

目 录

第一章 光盘技术基础	1	二、保持前面的字	33
第一节 光盘的发展过程	1	三、线性内插	33
一、LD 光盘	1	四、交叉交织	33
二、CD 光盘	1	第五节 控制字与同步字	35
三、VCD 光盘	2	一、控制字	35
四、DVD 光盘	3	二、同步字	36
五、CD/VCD、LD、DVD 的比较	3	第六节 激光刻录与 EFM 调制	37
第二节 MPEG-1 基本原理	4	一、激光刻录原理	37
一、MPEG-1 的图像格式	5	二、EFM 调制	38
二、MPEG-1 编码器的工作原理	9	三、耦合位	40
三、MPEG-1 解码器的工作原理	12	思考与练习	41
四、MPEG-1 音频编解码原理	13	第三章 VCD 视盘机重放原理	42
五、MPEG-1 图像与声音的同步	15	第一节 VCD 视盘机的组成和结构	42
第三节 VCD 盘片结构与信号组织形式	18	第二节 激光头的作用与结构	43
一、VCD 盘片结构	18	一、单光束型激光头	43
二、VCD 盘片中信号的组织形式	18	二、三光束型激光头	44
第四节 VCD 版本介绍	20	第三节 VCD 视盘机的伺服系统	49
思考与练习	21	一、聚焦伺服系统	49
第二章 激光刻录原理	22	二、循迹伺服、径向伺服系统	50
第一节 音频信号的数字化	22	三、主轴伺服系统	55
一、采样和量化	22	第四节 VCD 视盘机数字信号处理电路	57
二、编码	24	一、位时钟的再生	57
第二节 视频信号的数字化	24	二、同步信号的捕捉	59
一、视频信号的特点	24	三、子码信息和信息数据的分离	59
二、取样结构	24	四、左、右声道时钟的分离	60
三、取样频率	26	第五节 VCD 视盘机音视频解压电路	62
四、量化位数和量化等级的分配	26	一、音视频解压过程	62
五、传输速率	28	二、解压相关存储器与格式	63
六、数字行	28	思考与练习	64
七、电视信号数字化标准	28	第四章 VCD 视盘机实际电路分析	65
第三节 频带压缩编码与传输	30	第一节 VD3000 VCD 视盘机简介	65
一、同步信号的去除	30	一、VD3000 VCD 视盘机技术参数	65
二、尼奎斯特取样	30	二、信号流程	66
三、高效编码	31	第二节 RF 信号放大与伺服处理电路	67
第四节 纠错	31	一、前置信号处理器	68
一、静噪	33	二、聚焦 OK 信号检测、镜像信号检测、缺损	

信号检测电路	71	二、系统控制的功能	118
三、聚焦、循迹、进给伺服电路	73	第二节 VD3000 VCD 视盘机控制电路解析	120
四、伺服驱动电路	78	一、N106(CH52011)的控制功能	122
第三节 数字信号处理、主轴电机伺服电路	79	二、N206(CH52010)的控制功能	124
一、数字信号处理过程	82	三、N705(CH52012)的控制功能	126
二、主轴电机伺服电路	83	思考与练习	127
三、CPU 接口及伺服定序器	85	第七章 VCD 视盘机的维修	128
第四节 音/视频解码电路	85	第一节 VCD 视盘机维修注意事项	128
一、CL484 的特点	89	一、了解 VCD 视盘机的基本组成	128
二、主 CPU 接口	91	二、注意防静电	128
三、复位接口	91	三、不要随便调整电路板上的电位器	128
四、输入 CD 接口	92	四、保持激光头物镜清洁	128
五、DRAM/ROM 接口	93	第二节 VD3000 VCD 视盘机的维修思路	129
六、视频信号输出接口	93	一、注意事项	129
七、音频信号输出接口	94	二、VD3000 VCD 视盘机常见故障现象及维修方法	130
第五节 视频编码和 D/A 转换电路	94	第三节 VD3000 VCD 视盘机维修实例	133
第六节 音频信号处理电路	96	第四节 VD3000 VCD 视盘机维修参数	136
一、卡拉 OK 前置放大器	96	第五节 VD3000 VCD 视盘机的检修流程	140
二、卡拉 OK 处理电路	96	第六节 VD3000 VCD 视盘机的调整	146
三、音频信号 D/A 转换电路	100	一、所需仪表、设备	146
四、音频信号输出电路	102	二、循迹平衡调试	146
思考与练习	103	三、聚焦偏置调试	146
第五章 电源	104	四、循迹增益调试	146
第一节 概述	104	五、全性能检查	147
第二节 串联调整型稳压电源	105	第七节 VD3000 VCD 视盘机的拆卸步骤	147
一、稳压原理	105	第八节 VCD 视盘机机芯剖析	153
二、反馈型稳压电路	106	一、飞利浦 CDM12 单碟机芯剖析	154
三、实际电路	106	二、索尼 CDM14 单碟机芯剖析	158
四、实际电路检修	108	三、索尼 CDM-H803 多碟机芯剖析	163
第三节 开关稳压电源	109	思考与练习	169
一、基本原理	109	第八章 VD8000 VCD 视盘机电路详解	170
二、三种基本电路	109	一、整机组成	170
三、激励方式	110	二、RF 放大与数字信号处理电路	173
四、电流控制型开关电源	111	三、伺服处理电路	176
五、电流型控制芯片 KA3842	113	一、RF 检测和自动光功率控制(APC)电路	176
六、实际电路	114	二、伺服控制电路	179
七、实际电路检修	115	三、伺服驱动集成电路	181
思考与练习	117		
第六章 系统控制电路	118		
第一节 系统控制电路的组成及功能	118		
一、系统控制电路的组成	118		

第四节 音视频信号还原电路	181	三、循迹误差信号放大电路	230
一、MPEG-1 解码及音视频处理	181	四、自动光功率控制(APC)电路	230
二、卡拉 OK 处理电路	184	五、中点电压产生电路	231
三、AV 输出电路	189	第三节 数字信号处理和数字伺服电路	234
第五节 电源及供电电路	191	一、数字信号处理电路	240
第六节 系统控制 CPU 接口电路	193	二、伺服处理电路	241
一、N202 对伺服系统的控制功能	196	第四节 音视频信号处理电路	245
二、D301 对机芯及伺服系统的控制	197	一、视频输出电路	245
三、D301 对音频电路的控制	199	二、音频信号处理电路	245
四、D301 对音视频解压电路的控制	199	第五节 卡拉 OK 处理电路	246
五、键盘扫描和显示驱动电路	199	一、FM 调频接收集成电路 N106(KA22429)	247
第九章 VD6000 VCD 视盘机工作原理	202	二、卡拉 OK 处理集成电路 N301(M65839)	250
第一节 整机组成	202	三、降噪处理集成电路 N108(NE570)	256
第二节 电源电路	204	第六节 系统控制电路	257
第三节 音视频解压电路	207	一、 $V_{DD} + 5V$ 电压产生电路	260
第四节 卡拉 OK 处理电路	215	二、系统时钟振荡电路	260
第五节 音视频输出电路	216	三、存储器	261
第六节 系统控制 CPU 接口电路	217	四、主 CPU D204 对 N204 的控制作用	261
第十章 VD9000 VCD 视盘机工作原理	223	五、主 CPU D204 与前面板 CPU N402 之间的控制作用	261
第一节 整机组成	224	六、主 CPU D204 与解码电路 D201 之间的控制作用	262
第二节 RF 放大与伺服误差放大电路	226	七、主 CPU D204 对加载机构的控制	262
一、RF 放大电路	228	第七节 电源电路	262
二、聚焦误差信号放大电路	230		
附图一 VD3000 VCD 视盘机电路原理图(一)			
附图二 VD3000 VCD 视盘机电路原理图(二)			
附图三 VD8000 伺服板			
附图四 VD8000 解码板			
附图五 VD8000 AV 板、电源板			
附图六 VD8000 卡拉 OK 板、前面板			
附图七 VD6000 VCD 视盘机电路原理图(一)			
附图八 VD6000 VCD 视盘机电路原理图(二)			
附图九 VD9000 VCD 视盘机电路原理图(一)			
附图十 VD9000 VCD 视盘机电路原理图(二)			
附图十一 VD9000 VCD 视盘机电路原理图(三)			

第一章 光盘技术基础

随着科学技术的迅速发展与人民生活水平的提高,集机、光、电为一体的高科技数字化视听产品——激光唱机、激光影碟机也以较快的速度进入了家庭。无论是 LD、CD、VCD 机还是 DVD 机,光盘都是它们存储信息的载体,因此,有必要对光盘方面的技术作一个较全面的了解。

第一节 光盘的发展过程

一、LD 光盘

光盘就是激光盘的简称,是指利用激光刻录和激光重放的圆盘状信息记录媒体。

随着磁记录技术的迅速发展,60 年代出现了盒式磁带,与之配套的产品是盒式磁带录音机,录像机。随后,光盘技术相继诞生,光盘技术是继磁记录技术之后的又一重大科技发明。

与磁记录技术相比较,光盘记录技术的中心内容就是利用激光(Laser)在特制的圆盘上刻录和拾取信号。最早的实用性光盘诞生于 70 年代初的激光视盘(Laser Disc,简称 LD),它是直径为 30cm、厚度为 2mm,采用双面刻录方式,每面可记录 1 小时左右的模拟活动图像和伴音信号的大型光盘,俗称大影碟。

这种光盘对视频信号和音频信号的处理采用的是模拟方式,即用调频和频分复用技术把视频信号和音频信号调制在各自的频带上,然后刻录在光盘上。当重放时,利用激光头拾取信号,再经 FM 解调还原成视频信号和音频信号。

由于这种激光视盘在原理上已占优势,具有自然宽频带特性和高信噪比,再加上不断的技术改进,使其重放时能再现鲜明清晰的图像及动听的高保真音乐。其中 NTSC 制激光视盘的水平清晰度可达 420 线,高于 NTSC 制式广播电视台的标准,而普通家用 VHS 录像机的水平清晰度才达 250 线。可见,激光视盘的画质已相当清晰。而对于音频信号,它采用完全独立的双声道立体声频率调制,加上重放时的失落补偿,CXC(Compatible Expansion)降噪等处理,保证了 20Hz~20kHz 的宽频带特性和 80dB 以上的信噪比,与卡式录音带相比较,音质也具有极高的保真度。

进入 80 年代,随着大规模集成电路技术的迅速发展,通信领域中脉冲调制编码(PCM)技术及高效率编码和信息压缩技术的出现,加之音频信号数字化的成功,一种新型的光盘——激光唱盘随之问世。激光唱盘的问世,不仅使 LD 也加上了与激光唱盘相同的数字音频(即视频信号采用模拟方式,音频信号采用数字方式),而且使 LD 机也加上了与激光唱机相同的解码器和 D/A 变换器。这样,LD 机不仅可以播放 LD 碟上的数字音频信号,还可以播放 CD 碟,实现 LD 和 CD 的兼容。

二、CD 光盘

CD 光盘即是激光唱盘(Compact Disc;小型数字唱盘,简称 CD 盘,也叫 CD-DA),这是直径

为 12cm,厚度为 1.2mm,采用单面刻录方式,可记录 74min 的高保真数字音频信号的小型光盘。

早在 40 年代,由美国的 CBS 公司制成了第一张密纹唱片(LP),使音频信号的放音质量有所提高。这种唱片是将音频信号的波形模拟似地连续录制在唱片的 V 形沟槽上,然后借助于唱针顺着唱片的沟槽转动,经过唱头把机械振动波形转变成相应的电信号来读取录制在唱片上的音频信号的。这种拾取方式不可避免地存在诸如唱片和拾音头的磨损,信噪比难以提高,通道串扰和抖晃等问题。

激光唱盘(CD)于 1982 年首次投放市场便迅速席卷全球音响市场,这是因为它所记录的信号是品味极高的全数字化音频信号,且具有很强的纠错能力。另外,在银色闪光的 CD 盘表面上再没有 LP 唱盘上所具有的沟槽,它存取在光滑表面下面的只是一些代表数码信号的坑点。刻录方式采用非接触性激光光学式(Laser optical)刻录,拾取信息也是采用非接触性激光光学式,在整个放送过程中,唱盘表面不会有任何机械接触,因此这种光盘使用寿命长。而最为突出的是它放送出来的声音相当完美,信噪比相当高,是此前其他任何一种盘片所不能比拟的。

三、VCD 光盘

CD 光盘虽能重放 74min 的高保真数字音频信号,但人们并不满足于欣赏音乐,还希望欣赏到清晰的图像信号。紧接着,一种能够重放图像的 CD 问世,这就是 CD-G (Compact Disc - Graphics)。

CD-G 称为小型激光图形唱盘,它只能重放静止图像,用于卡拉 OK 演唱,所以未能得到广泛发展。在 CD-G 光盘出现之后不久,又研制出了一种能够重放活动图像的 CD 光盘,即 CD-V (Compact Disc - Video)。

CD-V 是 CD 和 LD 相结合的产物,这种光盘的内圈部分记录有大约 20min 的数字音频信号,用于 CD 重放机播放;外圈部分按 LD 格式记录有大约 5min 带声音的活动图像,必须用 LD 机来重放。这种只有盘尾带 5min 活动图像和声音的格式由于不能被广大用户接受,所以也很难发展。

随着数字压缩技术和计算机技术的迅速发展,CD 光盘所具有的优良性能被应用到计算机领域,1983 年由荷兰飞利浦公司和日本索尼公司发表的“黄皮书”确定了 CD-ROM(只读存储器 CD)。CD-ROM 最大的特点是存储数据容量大,为 650MB。而对于只有 1.2MB 的 5.25 英寸磁盘和 1.44MB 的 3.5 英寸磁盘,以及当时只有几十 MB 的硬盘来讲,CD-ROM 光盘无疑占有很大的优势。我们只要在计算机上加上一个光盘驱动器,就能读取 CD-ROM 光盘上的数据。CD-ROM 主要用于数据库等文字数据的存储。

随着多媒体技术在计算机领域的广泛运用,CD-I(Compact Disc - Interactive)交互式 CD 媒体相继出现,其标准为“绿皮书”,实际为扩展型 CD-ROM,由飞利浦和索尼于 1986 年发表。扩展型 CD-ROM 不仅可以与电视图像进行对话,还可以将声音、文字或者图像分割出来,成为多媒体 CD,即交互式或对话式 CD。所谓交互式,就是指 CD-I 盘片上的各种信息以交织方式存储,如声音信息和视频信息一起交织在数据块中。这样,CD-I 重放机就可以根据需要在同一时间读取几种类型的信息,实现交互操作。无论是 CD 还是 CD-I,其盘片的存储量只有 650MB,只能存储四五分钟的图像,或者 74min 的声音,不能满足人们一边看一边听的要求。直到 1992 年 4 月,在美国拉斯维加斯国际广播电视技术展览会上,美国 C-CUBE(斯高柏)公司一项不起

眼的技术——MPEG 解压缩技术(即动态图像解压缩技术,由美籍华裔科学家孙燕生发明)引起了安徽合肥万燕电子公司的重视,该公司敏锐地感受到,MPEG 技术,意味着可能把图像和声音存储在一张比较小的光盘里,由此可能创造出一种能走进老百姓家的物美价廉的视听产品。

终于,在 1993 年 9 月 4 日,中国给了世界一个惊喜:由万燕公司制成的世界上第一台使用 MPEG 动态图像压缩标准的 VCD 播放机在北京举行的国际电子展览会上正式面世了(这年的 8 月 26 日,飞利浦、JVC、索尼、松下正式颁布了 VCD 标准,简称白皮书即 MPEG-1 标准)。可以说万燕的研究开发过程与 VCD 标准的颁布过程是同步的,万燕的产品一出来就符合了白皮书。中国推出了世界上第一台 VCD 播放机,开创了数字解压缩技术商业化生产的先河。

VCD 光盘(Video Compact Disc)就是小型激光视盘之意。VCD 不仅可以用于卡拉 OK,还可以用于电影、教育及信息传递等。而 VCD 播放机的问世,既可以重放一路全活动数字图像信号,又可以重放一对左、右数字立体声音频信号。由于这种 VCD 播放机与 CD 兼容,可以播放 CD 光盘,因此,VCD 又是多媒体电脑的节目源。同理,只要在一般 CD 机上加装一个 MPEG 解压卡,也可以重放 VCD 光盘。

VCD 光盘与 CD 光盘一样,直径为 12cm,单面记录,可记录长达 74min 的活动图像和数字音频信号,由于采用了 MPEG 压缩技术,重放时画面无抖动也无杂波干扰,但其图像质量不如 LD,稍高于 VHS 录像机,视频分辨率为 280 线左右,音质与 CD 相当。目前 VCD 的功能比较完善,具有多制式、双语言、多碟播放,菜单显示,多画面浏览,各种程序的多速播放及卡拉 OK 等众多功能。

四、DVD 光盘

VCD 的问世,展示了数字光盘将进入千家万户的光明前景,但 VCD 有两点不尽人意:一是图像的清晰度较低,与 LD 相比,相差较大,未能充分体现数字光盘的优势;二是播放时间不够长,虽然比 LD 长一点,但播放一部故事片往往需要两张光盘,人们希望一张光盘一次播放时间最好能在 2 个小时以上。因此,在 MPEG-1 标准出台一个月之后,1993 年 9 月 MPEG-2 标准出台。由此标准生产的数字光盘叫 DVD(Digital Video Disc),并由索尼和东芝两大集团联合推出了 DVD 标准格式:“在影像编码、数字读取和解压回放上采用索尼公司的调制技术;在光盘结构和数字存储上采用东芝公司的两面制方式”,从而加快了 DVD 商业化的进程。

DVD 碟片的直径为 12cm,和 CD、VCD 外形相同,但信息容量极大,可容纳 4.7G 字节,单面播放时间为 135~142min。由于 DVD 采用 MPEG-2 的压缩格式对信号处理,视频的水平清晰度理论上可达 700 线左右;在声音方面,DVD 有多达 8 个声轨的音频信息,可记录 3 种以上的同步语言,并能有效地避免歌声与伴奏的单声道,彻底消除卡拉 OK 的原唱,追求广播级的高水准,可与杜比 AC-3 兼容。由于 DVD 的超大容量,使得一张 DVD 盘片中可容纳多种版本的电影故事片。由此可见,DVD 具有高清晰的画质,高保真的音质和更大的存储容量,是当今最高的影音技术标准。

五、CD/VCD、LD、DVD 的比较

我们就 CD/VCD、LD、DVD 从以下几个方面进行比较(见表 1-1)。

众所周知,DVD 无论从画质或音质来说都是出类拔萃的,但目前存在着整机售价较高和软

件不足的困难。加之美国电影协会(MPPA)与电子产品制造商协会(CEMA)为了维护其自身利益,向日本各大公司的DVD整机制造商提出了强硬的条件,要求在DVD软件中加入“DVD防止拷贝管制系统”和“DVD区域编解码识别系统”,否则就抵制DVD。除此以外,由于一些卫星传播公司,有线电视公司、电脑公司、电讯公司、电子游戏公司以及HDTV等相关企业被排除在DVD核心厂商的利润分配之外,加上DVD授权联盟企业对其专利收入分配也存在矛盾,从而暂时还限制了DVD软件的发展。

与DVD相比,LD确实有衰老的趋势,但在短时间内还有存在的必要。这是因为,LD与DVD相比两者画质虽相差不大,但在软件方面,LD却占了上风,并且在节目内容上也有不少带杜比AC-3编码的精品大片,加之,在DVD尚未完全成熟和完善的情况下,营造档次较高的家庭影院系统还需要LD作为音视频信号源,同时,LD的卡拉OK演唱效果也是VCD所望尘莫及的。但LD的软件价格昂贵,这对于中国目前的消费水平来讲,LD机也很难进入平常百姓家。

任何视听器材的普及,都依赖于软件的统一和流行,VCD就是很好的例子。它不像DVD机那样受区域码的限制,并且,VCD盘片的制作成本低,新品种上市快,这就形成了VCD软件市场的繁荣。

表 1-1 CD/VCD、LD、DVD 性能比较

类 别	VCD/CD	LD	DVD
结构	简单可靠,成本较低	简单可靠,成本较高	复杂可靠,成本较高
整机性能	较好	好	很好
视频记录方式	数字/—	模拟	数字
视频质量	较好/—	好	很好
实际视频分辨率	280 线/—	420 线	500 线
音频记录方式	数字	数字	数字
音频质量	好	很好	很好
软件性能及其他	74min 视频/音频,不磨损,易携带,易保管,价廉。	60min(单面)音视频,不磨损,不易携带,保管一般,价贵。	130min(单面)音视频,不磨损,易携带,易保管,价贵。
整机价格	低	中	高

综上所述可知,VCD是最受中国消费者欢迎的普通家庭娱乐视听产品,在我国仍有着广阔的市场;LD在短期内还有一部分市场,待DVD软件品种增多时,LD将逐渐被淘汰;DVD的各项性能优越,是视听技术发展的必然趋势,就目前而言,因各种原因的限制,其普及还需一个过程。因此,本书着重介绍VCD影碟机的工作原理、使用与维修。

第二节 MPEG-1 基本原理

MPEG(Moving Picture Experts Group)是活动图像专家组的缩写。MPEG-1标准(ISO/IEC 11172/2)是为了在CD、DAT(数字光盘)、硬盘、光记忆装置等具有约1.5Mbit/s的传输码率

的数字记录媒体(DSM: Digital Storage Media)上存储压缩的活动图像数据而制订的标准,其标准是“在约 1.5Mbit/s 的数字存储媒体中的活动图像及相关数字音频的编码”,实际上是一种全活动图像的压缩标准。MPEG-1 在教育、游戏、娱乐等多媒体领域都有着广泛的应用,加之 MPEG-1 标准在提供通常码率的正向重放的同时,还提供了随机读取、高速正向重放、高速反向重放、暂停和静止图像等特殊功能,不但适用于标准的 525 行和 625 行的 TV 格式,也适用于 PC 机和工作站。

一、MPEG-1 的图像格式

1. 图像的分割

我们知道,在电视广播传输过程中,能完整地显示一幅图像的为一“帧”,如:PAL 制式,每秒钟传送 25 帧活动图像;而在电影制作中,每秒钟传送 24 帧图像。为了对图像进行数字处理,首先要对每一帧图像进行分割,即先将图像切成片(Slice),片就是从图像的左上方按光栅扫描顺序向右下方的连续一串任意个大块的集合,见图 1-1;每一片再纵向切成若干大块(Macro Block,也叫宏块),大块是由 16 像素×16 行的正方形亮度成分和在图像中空间位置对应的两个 8 像素×8 行的色差成分构成的,1 个大块由 4 个亮度块(Block)和两个色差块构成,而块(Block)是由 8 像素×8 行的亮度成分或色差成分构成的。组成块的最小单元即构成图像的最小单元便是像素。在将模拟视频信号转变成数字视频信号时,每一个像素为一个取样点。可见,像素越多,图像分得越细,清晰度也就越高;反之,图像分得越粗,清晰度越低。这样,一帧图像→切成片(Slice)→切成宏块(Macro Block)→分成块(Block)→分成像素,就可以进行数字处理了。

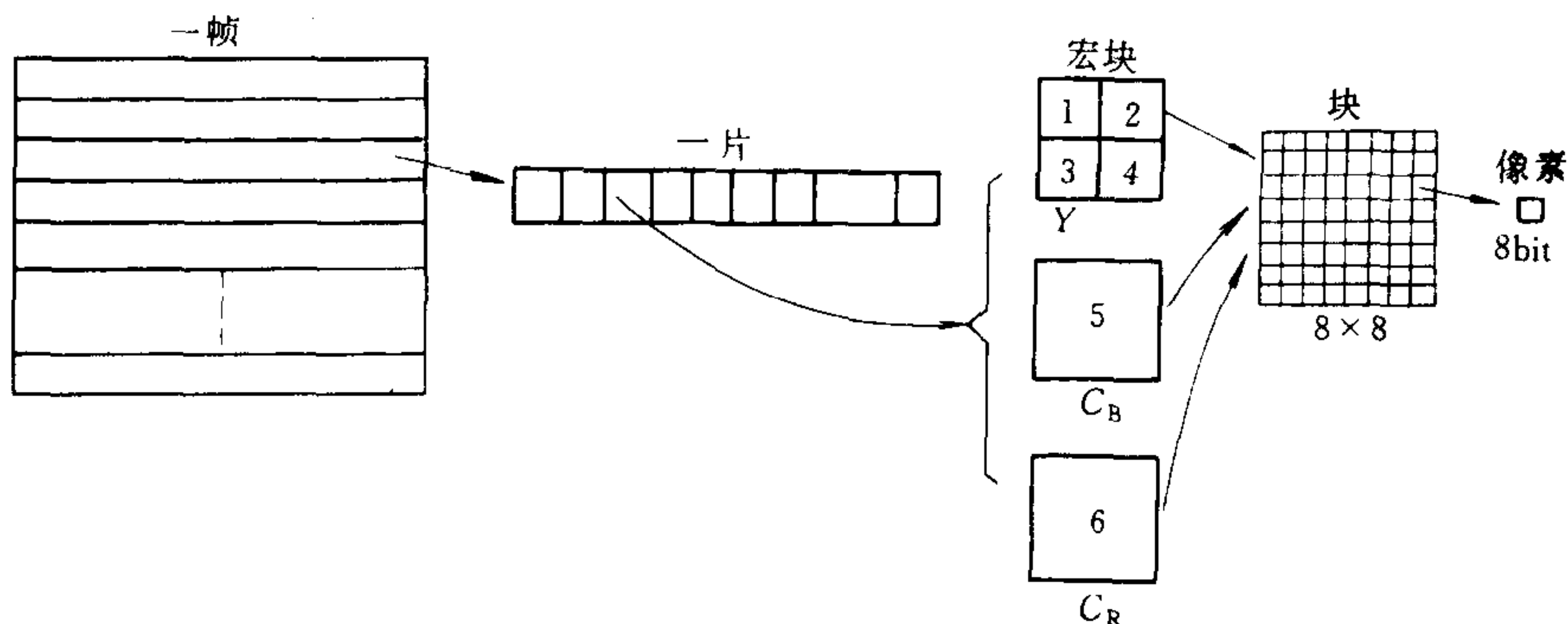


图 1-1 图像的分割步骤

在对图像进行数字处理时,每个像素用 8 位二进制数来表示,这样每个取样点的亮度信号可获得 $2^8 = 256$ 个等级,用这样高的精度来反映亮度是足够了。将模拟信号转变成数字信号的过程叫量化,数字信号量化后将产生量化噪声。由于电视信号中的亮度信号为单极性信号,一般用信号峰峰值与量化噪声的均方根之比来定义其信噪比:

$$S/N = 10.8 + 6n$$

n ——量化比特数

由于数字图像采用 8bit 量化,故 $S/N = 10.8 + 6 \times 8 = 58.8$ dB,对于图像信号来讲,目前,这

样的信噪比是最高的,远远超过了模拟式录像机,使 VCD 的重放图像在感观上超过了 VHS 录像机。

2. 技术规格的确定

我们知道,图像清晰度的高低取决于像素的多少和视频带宽的恢复。在 MPEG-1 图像格式中,根据国际标准对广播级数字图像的规定,为了使视频信号有 6MHz 的带宽,即约有 500 线的清晰度,对像素规定为:625 行制,每行像素 864;525 行制,每行像素 858。在数字电视中为了使 525 行制与 625 行制兼容,国际标准定义了有效行,且有效行亮度信号的像素都确定为 720。所谓有效行是指亮度信号中的图像信号部分,有了图像信号,消隐信号和同步信号可以在后期编排上去。每一帧规定:625 行制,有效行为 576,亮度像素为 $576 \times 720 = 414\,720$,两个色差信号的像素为 $576 \times 360 = 207\,360$;525 行制,有效行为 480,亮度像素为 $480 \times 720 = 345\,600$,两个色差信号的像素为 $480 \times 360 = 172\,800$ 。由于每个像素采用 8bit 量化,所以可以得到传送码率为 $(414\,720 + 207\,360) \times 8 \times 25$ 或 $(345\,600 + 172\,800) \times 8 \times 30 = 124.416\text{Mbit/s}$,而目前计算机常用的传送码率为 1.5Mbit/s,相差近 100 倍。为了适应计算机网络的传输码率,只有降低图像的清晰度。由于 MPEG-1 对图像质量的要求是达到 VHS 录像机的图像质量和 CD-ROM 光盘的放像质量,因此可按广播级标准采用折半方法,即每行像素和每帧的行数都取一半,于是得到了 MPEG-1 图像格式技术参数,见表 1-2。

因为彩色图像中的色彩采用了大面积着色原理,其清晰度不须与亮度一样,所以在表 1-2 中,每行亮度取样点(即像素)为亮度取样频率除以行频,色度有效区中的像素为亮度的一半,这样也可以大大降低传送码率。有了亮度像素和色度像素的基本数据,像素传送的速率就可以由下式计算出来,即

$$\begin{aligned} & (352 \times 288 + 176 \times 144 \times 2) \times 25 \\ &= (352 \times 240 + 176 \times 120 \times 2) \times 30 \\ &= 3.8016\text{M 像素/s} \end{aligned}$$

8bit 量化后的码率为

$$\begin{aligned} \text{码率} &= \text{像素速率} \times 8\text{bit/像素} \\ &= 3.8016\text{M 像素/s} \times 8\text{bit/像素} \\ &= 30.4128\text{Mbit/s} \end{aligned}$$

由于计算机常用的传送码率为 1.5Mbit/s,因而图像信息的压缩比为

$$\begin{aligned} & 30.4128\text{Mbit/s} \div 1.5\text{Mbit/s} \\ & \approx 20.28 \end{aligned}$$

若再加上一些辅助信息,实际的压缩比还要比 20.28 大,(为 26)。从以上分析可以看出,在对图像进行编码时,必须采用数字压缩技术,否则就不能按 MPEG-1 标准以 1.5Mbit/s 的码率来传送数字图像信息。

从 MPEG-1 图像格式技术参数可以看出:VCD 的重放图像的亮度信号清晰度相当于 VHS 录像机,即 250 线左右,但由于色度信号采用数字处理方式,再加上信噪比较高,故重放图像的直观效果比 VHS 录像机的好。

这里须注意的是:不能把亮度信号每行有效区中的像素数等效于 VCD 亮度信号的清晰度,亮度信号的清晰度主要取决于 VCD 重放机重放还原后亮度信号的有效频带宽度。该带宽与取

样频率有直接关系,MPEG-1 标准规定亮度信号的取样频率为 6.75MHz,则亮度信号的有效带宽约为 3.2MHz,因此其清晰度约为 250 线,与 VHS 录像机相当。另外,表 1-2 中每帧 288 行的行与电视扫描行的行两者之间不能等同。这里的行是指像素在图像垂直方向上的分布数,在一帧画面上它占电视扫描行两行的宽度。色度不需要亮度那样高的清晰度,其像素为亮度的一半,因此其取样点的面积是亮度的 4 倍,它的一行占一帧画面上电视扫描行的 4 行。

根据这些参数,在 625 行制中,每帧图像切成 18 片,每片切成 22 个大块,即每帧图像分成 396 块;在 525 行制中,每帧图像切成 15 片,每片切成 22 个大块,即每帧图像分成 330 个块。对于亮度信号每个大块又平均分成 4 个块,每块的像素为 $8 \times 8 = 64$,每个大块的像素为 $16 \times 16 = 256$;对于两个色差信号,大块与块相同,像素也为 $8 \times 8 = 64$,为亮度的 1/4。块在量化编码中的传送顺序见图 1-1 中的数字表示,即 $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow 4 \rightarrow 5 \rightarrow 6 \rightarrow 1 \cdots$ 。

表 1-2 MPEG-1 图像格式技术参数

电视制式	625/50 制	525/60 制
行频(Hz)	15625	15734
取样频率	亮度取样频率: 6.75MHz 色度取样频率: 3.375MHz	
每行亮度取样点(点/行)	432	429
亮度有效区像素	352 像素/行 288 行/帧	352 像素/行 240 行/帧
色度有效区像素	176 像素/行 144 行/帧	176 像素/行 120 行/帧
每行色度取样点(点/行)	216	215
像素传送速率	3.8016 兆像素/s	
码率(每像素 8bit)	30.4128Mbit/s	
码率为 1.5Mbit/s 时的压缩比	20.28	

3. 3 种帧的定义

MPEG-1 标准是用于 VCD 光盘图像压缩的技术标准,它是由运动图像预测编码和静止图像编码组成的,该标准规定,在对视频信号进行编码传送时,不是把电视的每帧图像依次传送,而是采用一种较为特殊的方法,把要传送的帧图像重新定义为 3 种帧图像:

第一种帧为帧内编码帧(Intracoded Frame),简称 I 帧,只在其帧内编码,且选择静止图像模式,故在编码开始处或入口处使用。I 帧内的图像信号为全帧编码传输。

第二种帧为前向预测编码帧(Forward Predictive Coded Frame),简称 P 帧,指用过去的 I 帧或 P 帧进行的运动补偿预测编码帧。P 帧只传送在它前面的 I 帧的差值信息即预测误差,该误差信息就是运动图像的变化量。可见,P 帧是在 I 帧的基础上获得的差值信息。如果 P 帧前面不是 I 帧而是 P 帧,也可由前面的 P 帧获得预测误差信息,P 帧的获取可用图 1-2 来表示。

第三种帧为双向预测内插编码帧(Bidirectionally Predicted Interpolative Coded Frame),简称 B 帧,也是用运动补偿预测编码,不过这种预测是用过去或未来的 I 帧或 P 帧来获取预测误差的,故称为双向预测编码帧,见图 1-3。在 MPEG-1 格式中,过去或未来的 I 帧或 P 帧之间一

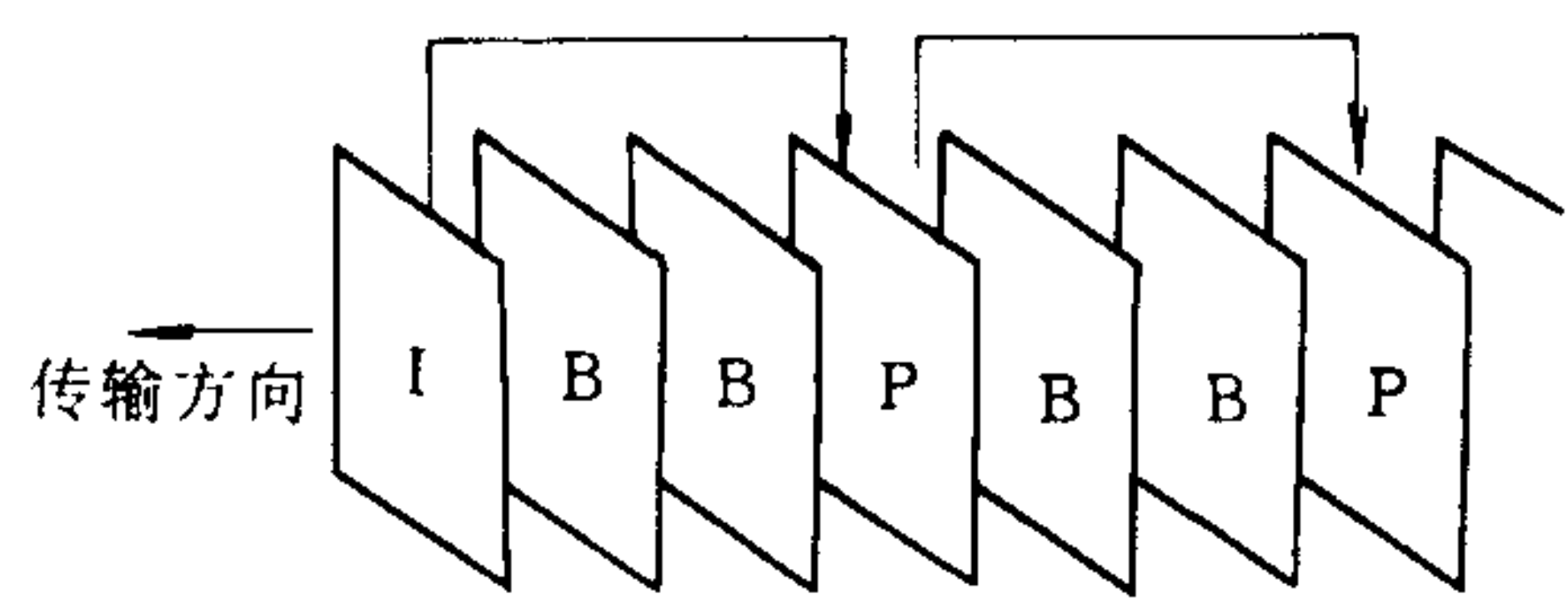


图 1-2 P 帧的获取

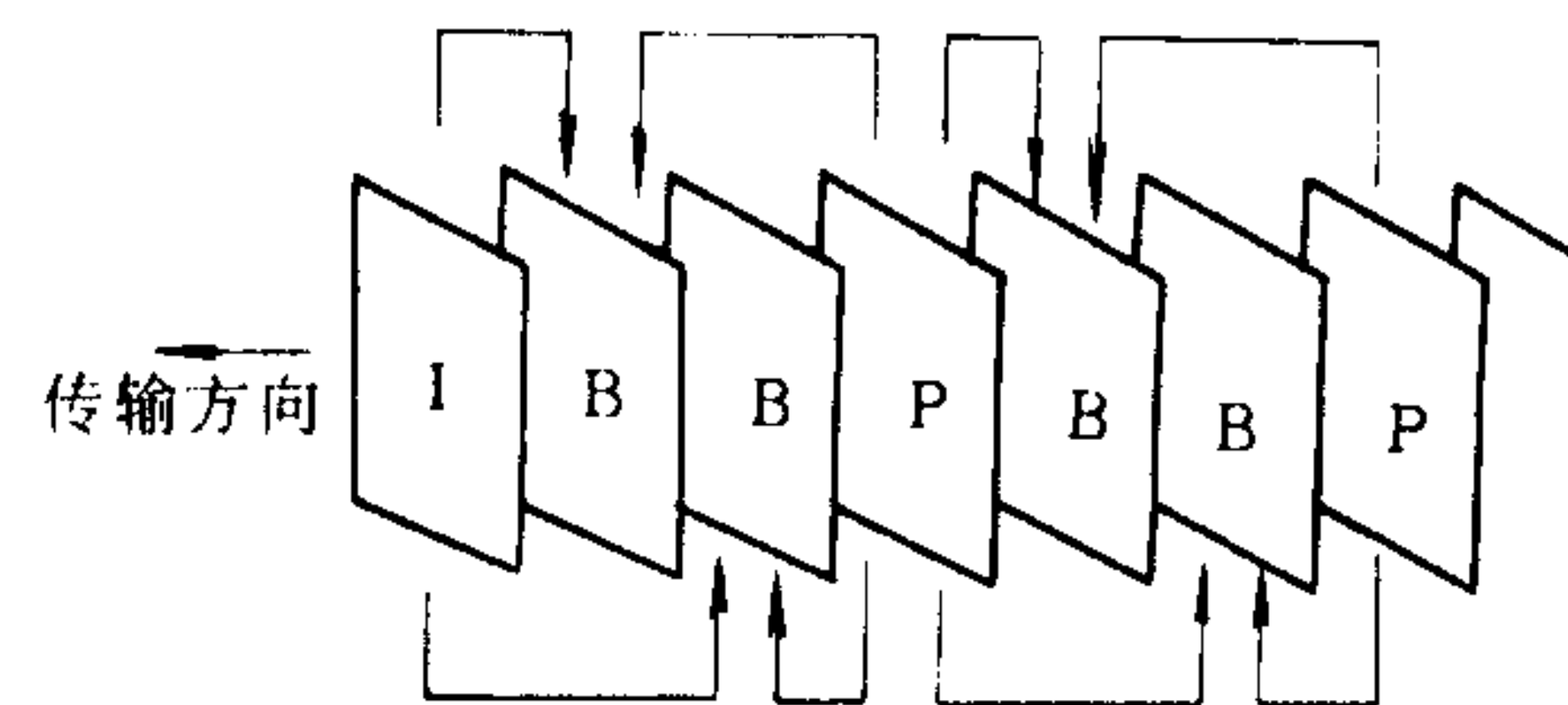


图 1-3 B 帧的获取

般可以内插两个 B 帧。
所谓预测编码是用前面的数据和下一组数据的差值进行编码的方法来压缩数据。预测编码适用于图像全体,当离散余弦变换(Discrete Cosine Transform)的直流(DC)系数或运动矢量等邻近数据的相关性较强时,采用预测编码方法十分有效。

4. 帧组群的定义

活动图像专家组在制定 MPEG-1 标准时,规定了图像应具有编辑功能。为了使图像能编辑,以及能够进行随机存取而由数帧编码帧按一定规律构成的单元叫帧组群(Group of Pictures),也叫图像群,简称为 GOP,见图 1-4。在 525/30 制式中,一般取 6 帧为一帧组群;625/25 制式,一般取 5 帧为一帧组群。在所生成的比特流中,GOP 内最初编码的图像是 I 图像,编码流

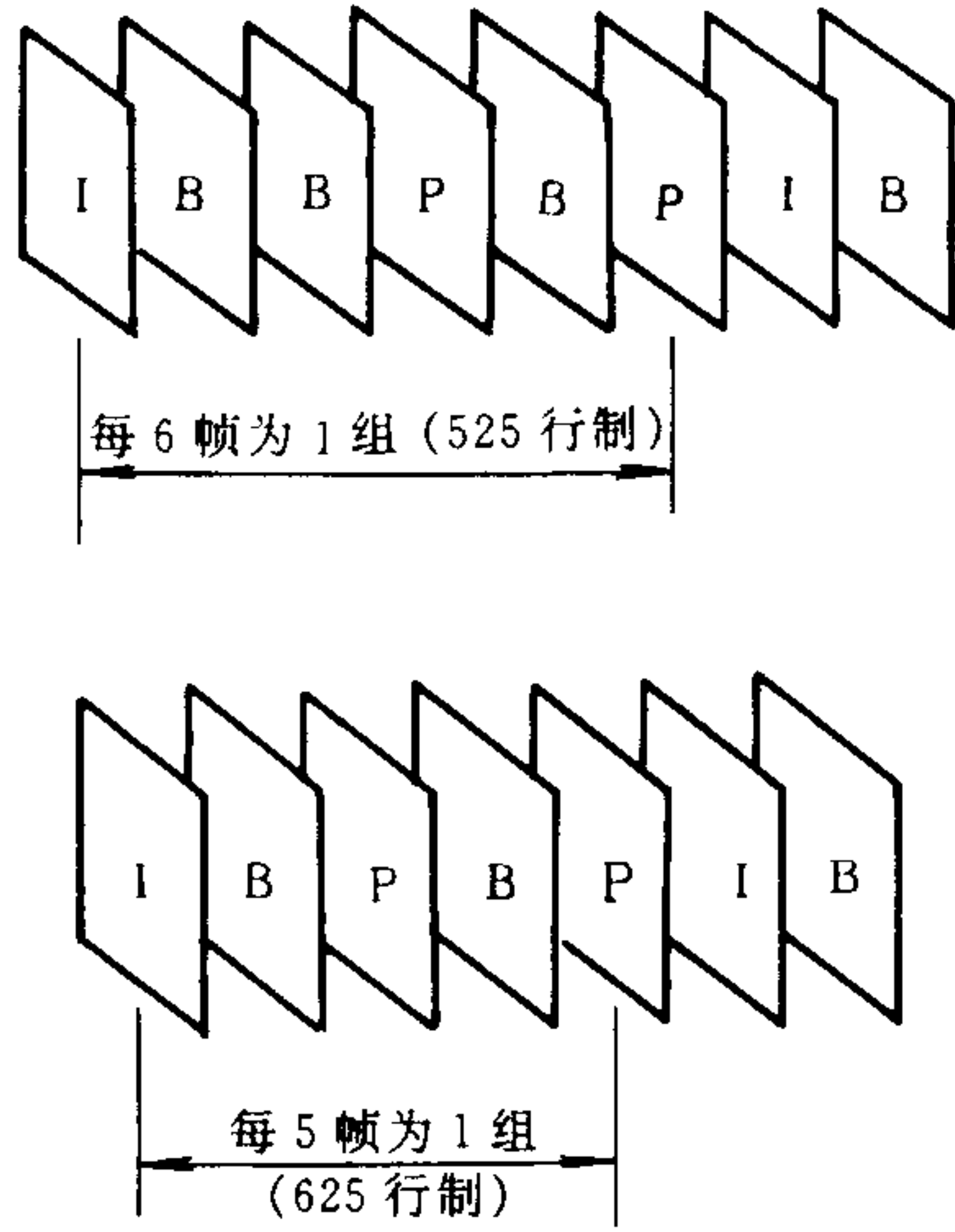


图 1-4 帧组群的安排

中图像的顺序和重放时解码器处理的顺序相同,GOP 的最后编码图像是 I 图像或 P 图像。
在图 1-4 中,每一帧组群中只有一个 I 帧需要全帧图像编码传送,在 P 帧或 B 帧中只有预测误差信息需要编码传送,而预测误差信息量远远小于全帧图像信息量,而 B 帧预测误差信息

最少。这种帧排列传送方式较逐帧依次传送方式相比,除 I 帧外其余帧只需传送少量的预测误差数据,使传输的数据量大大减少,从而达到压缩数据的目的。P 帧和 B 帧越多,数据量就越少,相应压缩比也就越高,这样就可以用低码率来传送活动图像了。

二、MPEG-1 编码器的工作原理

MPEG-1 编码器的工作原理框图见图 1-5,主要由前置处理器、帧存储器、运动补偿预测器、离散余弦变换器和逆变换器、量化和逆(反)量化器、图像复用编码器、系统多路复用电路等组成。

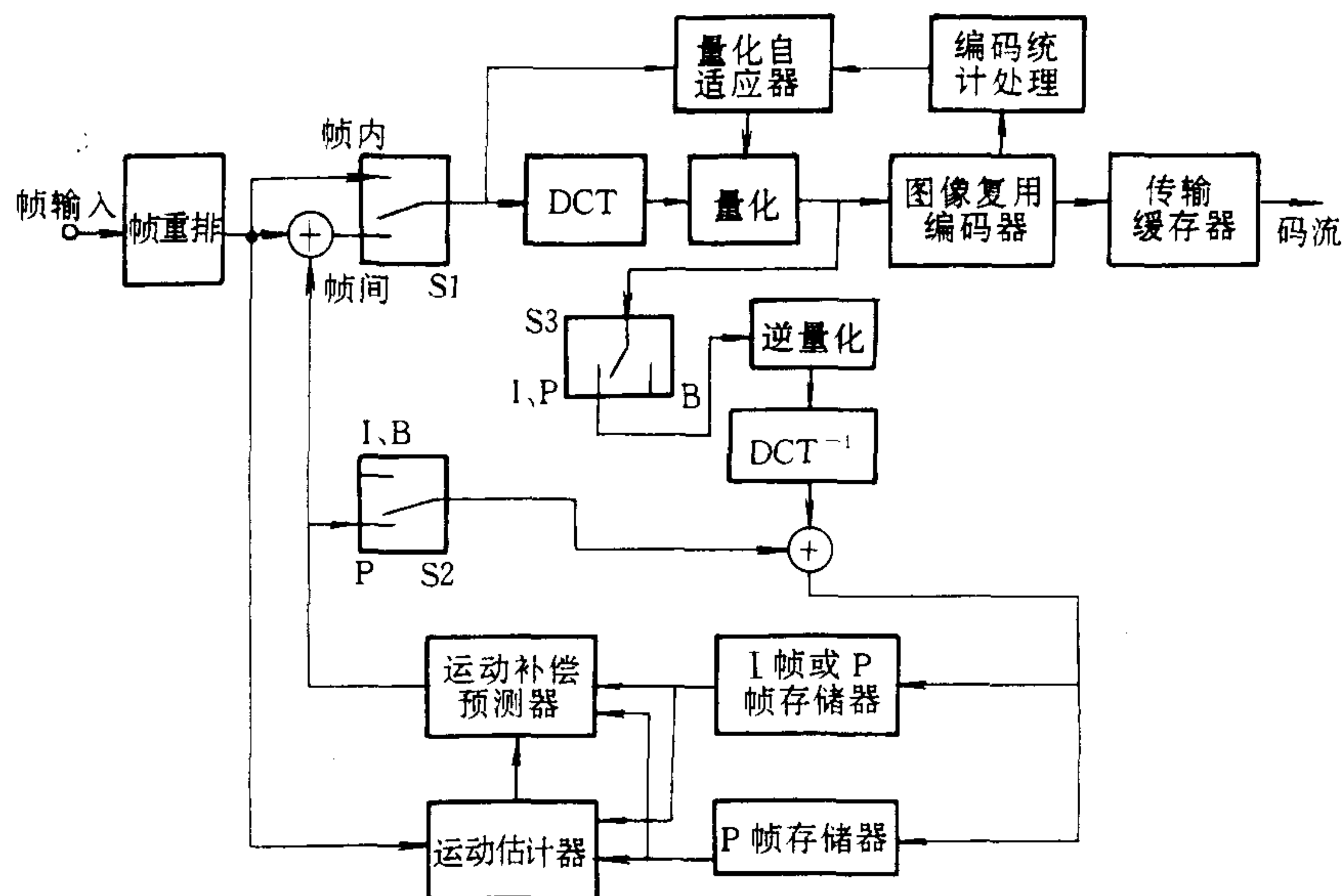


图 1-5 视频编码器原理方框图

1. 前置处理器

前置处理器的功能是将各种输入信号变换成编码器所需要的输入数据格式。而编码器输入的格式由亮度信号(Y)、色差信号(C_B 、 C_R)构成。

2. 帧存储器

帧存储器的作用是完成帧组群内的帧重排。为了便于帧组群内 P 帧和 B 帧的处理,编码时首先利用帧存储器对输入的帧进行重新排列。因为 B 帧是依据 I 帧和 P 帧获得的双向预测误差编码帧,所以要重新进行帧排列,原则上将 P 帧排在 B 帧之前。如图 1-4,重排之前帧组群内帧的分布为 IBBPBP 或 IBPBP,重排之后帧组群内帧的分布应为 IPBBPB 或 IPBPPB。只有利用帧存储器实现帧重排,才能满足编码器内帧的编码顺序。

3. 运动补偿预测器

所谓运动补偿预测实际上是一种把现在的图像部分看作是由前面的图像及变动的差别部分构成的预测技术。如果是完全平行移动,只用运动矢量信息即可重放图像,但因实际上存在预测误差,故应将误差数据编码经传输加到运动补偿重放图像上。由于预测编码是用前面的数据和下一组数据的差进行编码的方法来压缩数据,与帧内编码相比,运动补偿可改善压缩比大约 3