

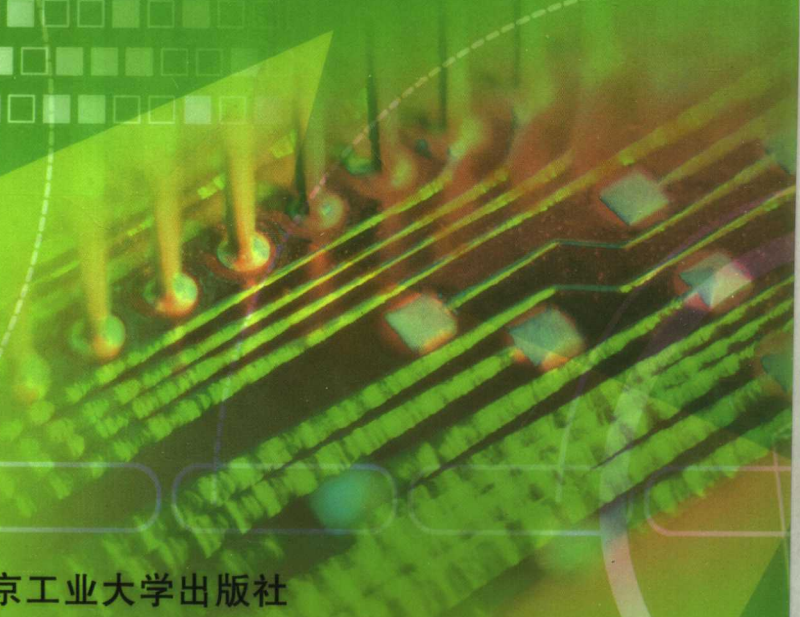
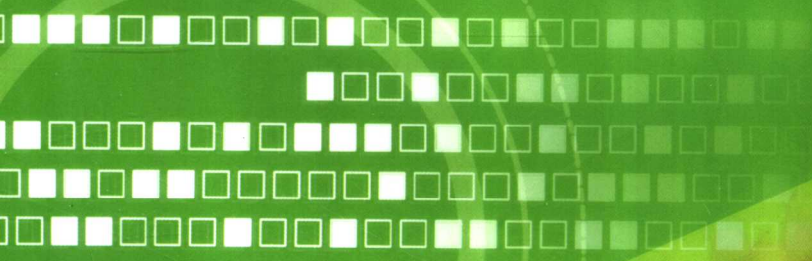


SHUZI SHIPIN JISHU JI YINGYONG

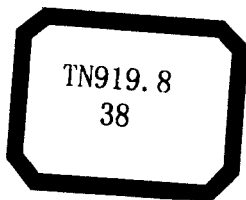
# 数字视频

## 技术及应用

孙景琪 孙京◎编著



北京工业大学出版社



# 数字视频技术及应用

孙景琪 孙 京 编著

北京工业大学出版社

## 内 容 提 要

本书对数字视频技术中的图像压缩编码、数字信号的调制与解调、MPEG 标准等的工作原理进行了较系统的分析。对常见的视频设备,如数字化电视、VCD/DVD/EVD、DTV、CATV、ITV、VOD、STB、LCD-TV、PDP-TV、背投 TV、会议 TV、监控 TV、数字摄像机、数字录像机、数字照相机等的系统组成和工作原理进行了较详细的分析与阐述。全书共分九章,每章均配有练习与思考题。

本书是编者在数十年本科教学、科研及视频技师考核培训讲稿的基础上,经过多次修改、多次教学实践后而形成的。全书力求内容充实、条理分明、重点突出、理论联系实际、学以致用,并便于教与学。

本书可作为电子信息工程、通信工程、测控技术、电子测量、无线电技术等相关专业本科生及专科生的教材,也可作为视频技术考核,相关领域技师考核,家用电子产品设计师、维修师的培训教材及相关技术人员和相关专业研究生的参考书。

### 图书在版编目 (CIP) 数据

数字视频技术及应用/孙景琪,孙京编著.—北京:  
北京工业大学出版社,2006.7

ISBN 7-5639-1617-2

I. 数... II. ①孙... ②孙... III. 视频信号  
—数字技术—高等学校—教材 IV. TP941.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 076912 号

### 数字视频技术及应用

孙景琪 孙京 编著

\*

北京工业大学出版社出版发行

邮编: 100022 电话: (010) 67392308

各地新华书店经销

徐水宏远印刷厂印刷

\*

2006年7月第1版 2006年7月第1次印刷

787 mm × 1 092 mm 16 开本 29.5 印张 730 千字

印数: 1~4 000 册

ISBN 7-5639-1617-2/T·275

定价: 45.00 元

# 前 言

电视技术已经历了电子管、晶体管、集成电路、超大规模集成电路等多个时代，早已完成由黑白向彩色的发展，目前正经历着由模拟向数字的过渡，数字电视的时代即将到来。

传统的模拟电视，其信号的生成、变换、发射、传输、接收、处理等一系列过程都是对连续信号（模拟信号）进行的。而数字电视则是对不连续信号的处理与变换。也就是说，真正意义上的数字电视从信号的产生、变换、传输到还原等的全部过程都应该由数字系统承担，处理的应是数字信号。目前，在传统的电视接收机中，也有部分电路对某些模拟信号进行数字化处理，这种处理为提高电视接收质量作出了不少贡献。但这种电视绝不是数字电视，充其量可称其为数字化电视或局部数字化电视或局部数字处理电视。

数字技术、数字视频技术、计算机技术等的发展日新月异，早已引起世界各国的极大关注和巨大投入，我国已作过多次数字电视的试播实验，有线数字电视已正式播出。世界上主要发达国家将在 2010 年前后全部播出数字电视，甚至停播传统的模拟电视。我国预计在 2015 年实现这一目标，提前的可能性也很大。

视频技术是一项十分重要、涵盖面非常广泛的技术，涉及光电技术、音视频技术、图像压缩处理技术、电路技术、计算机技术、通信技术等多个学术领域，其应用层面则更为宽广，仅家用视频就有数字电视（含有线电视、地面开路电视、卫星电视）、数字摄像、数字录像、数字照相、数字可视电话、数字视盘机、数字监控、数字视频网络传输等多种技术与设备。另外，在工业系统、安全防卫、城市交通管理、数字小区、智能大厦、卫星摄影、遥感遥测、金融监控等系统中，视频技术及其相关设备均占有重要地位，发挥着巨大作用。可见，电视与视频技术已是电子工程技术人员必须面对的一门技术，而且这门技术及其相关设备又是与人们的生活息息相关、不可或缺，并受人关注的一门技术，它的影响力和渗透力绝不可低估。因此，在大学中开设电视原理或视频技术（尤其是数字视频技术）课程是十分必要的，这是社会发展的需求，也是相关专业培养的需求，同时也是广大电类专业学生的迫切期望，本人数十年的教学实践也充分证明了这一点。

目前，有关模拟电视或模拟视频方面的教材为数不少，满足教学之需基本已无问题。编者本人也曾于 2004 年出版过一本《视频技术与应用》作为大学本科相关专业的教材，至今，已在几个专业数十个班级中使用，效果良好。而有关数字视频与设备方面的教材基本还是空缺，其相关内容仍分散在许多书籍、资料和期刊中。作者根据自己的科研和教学实践，努力在这方面做了一点工作。经过 5 年多的调研、学习、实践、编撰、修改、再实践、再修改，终于成此拙作。

本书共分九章，第一章为数字化彩色电视接收机，对其组成、工作原理及画中画电视等

作了较详细的论述,以此作为模拟电视与数字电视的结合点;第二章为音、视频信号的压缩及 MPEG 标准的讨论;第三章为 VCD、DVD、EVD 视盘机,介绍了这些设备的组成及工作原理;第四章为数字电视,分别讨论了数字电视的三大标准、数字信号调制与解调、卫星数字电视及地面数字电视等内容;第五章为有线数字电视与高清晰度电视(HDTV);第六章为交互电视、点播电视、付费电视、会议电视及视频监控;第七章为数字电视机顶盒;第八章为液晶电视、等离子体电视、投影电视;第九章为数字摄像机、数字录像机、数字照相机。

本书力图从数字视频的基本原理,特别是图像信号的压缩编码、MPEG 标准、数字信号的调制解调等各种视频设备的公共问题着手,将主要内容讲清楚,以利于其他问题的展开。对于各视频设备,重点则放在系统组成、电路框图、信号流通与变换方面。如此安排,对教与学均较有利。

本书主要内容曾两度作为北京市视频技术技师考核的培训教材使用,并作为相关专业技师考评的参考,此次出版又作了全面修改、充实和提高,使其在理论上更加完善、在系统上更加严密、在结构上更加合理、在内容上更加全面,使电路与系统分析更加贴近实际。全书力求深入浅出、利教易学、避免繁杂的公式推导。本书还设计了大量的练习与思考题,以供教师与学生参考。

本书承蒙 DVD 设计师黄鑫,北京工业大学副教授吴强,有线电视领域的高级工程师石江明,有线电视系统设计师满全安,视频高级技师李永福,李世宽等的细致审阅,他们为本书的修改提出了许多宝贵意见,黄鑫设计师还拟订了关于 EVD 一节的初稿,对此编者表示衷心的感谢。在本书的撰写、编辑、出版过程中,高级工程师汪啸云、于梅等同志曾给予大力帮助与支持,在此一并致谢。

本书可作为电子信息工程、通信工程、电子测量、生物电子工程、视频监控等专业的本科、专科教材,也可作为相关专业的研究生、工程技术人员、职业技术学院师生、视频技师考核培训的参考教材,参考学时为 40~64。

由于编者水平所限,书中存在错误与不当之处,敬请批评指正。

编 者

2006 年 6 月

# 目 录

第一章 数字化彩色电视接收机	1	三、单载频制双伴音/立体声电视广播制式	37
第一节 概述	1	四、双载频制双伴音/立体声电视广播制式	39
一、概述	1	第六节 NICAM728 数字伴音系统	44
二、局部电路数字化彩色电视接收机组成的简化框图	1	一、丽音 (NICAM) 数字伴音传输收、发系统组成框图	44
第二节 局部电路数字化彩色电视接收机的组成	2	二、丽音 (NICAM) 数字信号解调电路的组成框图	50
一、局部电路数字化彩色电视接收机的优点	3	三、回声 (环绕声) 原理	51
二、局部电路数字化彩色电视接收机的典型框图	3	四、卡拉 OK 电路原理简述	52
三、音频信号的数字化处理	5	第七节 100 Hz 倍场频扫描电路	53
四、视频信号的数字化处理	5	一、用逐行扫描显示改善图像质量	54
五、扫描信号的数字化处理	8	二、100 Hz 倍场频扫描应解决的问题	55
六、中央控制系统	10	三、简单的 AABB 100 Hz 倍场频扫描技术及电路举例	56
第三节 PAL 制电视亮度/色度信号的数字化分离及 U、V 信号解调	11	四、垂直内插法 100 Hz 倍场频扫描技术	58
一、PAL 制电视亮度/色度信号数字化分离的原理框图	11	第八节 图文电视	61
二、PAL 制电视亮度/色度信号数字化分离的依据	11	一、图文电视的制式	61
三、PAL 制电视亮度/色度信号数字化分离方案	13	二、图文电视的播出方式及图文电视数据	62
四、数字色度信号的分离 ( $F_U$ 、 $F_V$ 信号分离)	15	三、图文电视的接收	62
五、数字色度信号的解调 (V、U 信号解调)	17	练习与思考题	64
第四节 画中画 (PIP) 彩色电视接收机的工作原理	20	第二章 音视频信号的压缩及 MPEG 标准	67
一、概述	20	第一节 图像信号的帧内、帧间压缩技术	67
二、画中画彩色电视接收机组成的简化框图	24	一、图像信号 (视频信号) 压缩的可能性	67
三、小画面信号的 A/D 转换及存储	25	二、压缩图像信号的预测编码和变换编码	69
四、画中画彩色电视接收机的组成框图	29	三、每帧画面的结构设计	70
五、康佳 T3498、T3898 型画中画彩色电视接收机电路组成	31	四、帧内图像数据的压缩技术	71
六、长虹某型彩色电视接收机画中画电路	33	五、活动图像帧间数据的压缩技术	75
第五节 电视广播中的双伴音/立体声制式	34	第二节 音频信号压缩的依据及编解码器组成	77
一、调频立体声概述	34	一、音频信号压缩的依据	78
二、立体声及双声道立体声信号的录取	35	二、子带压缩编码	79
		三、音频压缩编码器组成框图	80
		四、音频压缩解码器组成框图	81
		第三节 CCIR 601、H.261、H.263、H.264、JPEG 标准简介	81
		一、CCIR 601 标准	81
		二、H.261 标准和 H.263 标准	83

三、H.264 标准 .....	84	三、音频(伴音)信号的数字化 .....	148
四、JPEG 标准 .....	86	四、音视频数据的解压缩及 VCD 机 的简易框图 .....	149
第四节 MPEG-1 简介 .....	87	第四节 VCD 机的组成及基本工作原理 .....	150
一、MPEG-1 的图像格式及参数 .....	87	一、VCD 视盘机的组成框图 .....	150
二、MPEG-1 的主要技术指标 .....	89	二、激光头(光学系统) .....	152
三、MPEG-1 的编码格式 .....	90	三、伺服系统 .....	157
四、MPEG-1 视频数据流的层面结构 (数据流结构) .....	90	四、VCD 机的 CD 模块 .....	161
五、MPEG-1 的视频数据压缩 .....	94	五、VCD 机解压缩板(解码板)的组成框图 .....	163
六、MPEG-1 视频压缩编码器的组成框图 .....	96	六、VCD 视盘机组成实例 .....	165
七、MPEG 视频解码(解压缩)器的 组成框图 .....	97	第五节 DVD 视盘机 .....	168
八、MPEG-1 音频标准 .....	98	一、DVD 的特点 .....	168
九、音频信号与视频信号的同步 .....	102	二、DVD 的分类 .....	171
第五节 MPEG-2、MPEG-4、MPEG-7		三、DVD 的统一标准 .....	173
简述 .....	103	四、DVD 与 LD、VCD、SVCD (CVD) 的比较 .....	174
一、MPEG-2 标准的特点 .....	103	五、DVD .....	175
二、MPEG-2 系统部分与图像部分 .....	105	六、如何提高 DVD 的存储容量 .....	177
三、MPEG-2 中的 MP@LL、MP@ML、 MP@HL 图像格式 .....	108	七、采用 MPEG-2 视频压缩技术及 Dolby AC-3 标准 .....	178
四、MPEG-2 视频码流分层结构及 编、解码器的组成 .....	110	八、DVD 制作系统的组成 .....	180
五、MPEG-2 的音频部分 .....	113	九、DVD 视盘机的电路组成框图 .....	181
六、MPEG-1 与 MPEG-2 性能参数的对比 .....	114	第六节 EVD 视盘机简介 .....	183
七、MPEG-4 .....	115	一、EVD 的物理结构 .....	184
八、MPEG-7 .....	119	二、EVD 数据区的逻辑结构 .....	184
九、MPEG 标准应用实例 .....	121	三、图像分辨率、数据速率 .....	187
练习与思考题 .....	123	四、EVD 中的增强音频编解码(EAC)技术 .....	188
第三章 VCD、DVD、EVD 视盘机 .....	125	五、EVD 子图编码技术 .....	190
第一节 光盘的基础知识 .....	125	六、EVD 视盘机的组成框图 .....	192
一、光盘技术的发展 .....	125	七、新科 EVD-8830 视盘机简介 .....	193
二、光盘的分类 .....	126	八、EVD 与蓝光光盘技术 .....	195
三、光盘的结构 .....	129	练习与思考题 .....	196
四、光盘记录(刻录)前音视频 信号的处理过程 .....	132	第四章 数字电视 .....	199
第二节 视频光盘数据信号的形成与处理 .....	133	第一节 概述 .....	199
一、音频信号的脉冲编码调制(PCM) .....	134	一、数字电视的特征及三大标准 .....	199
二、数码的 CIRC 纠错 .....	134	二、数字电视的特点 .....	200
三、EFM 调制 .....	136	三、数字电视广播系统组成框图 .....	202
四、音频数码的帧结构 .....	138	四、ATSC 数字电视标准 .....	204
五、CD 唱机的基本组成 .....	140	五、DVB 数字电视标准 .....	208
第三节 VCD 伴音、图像信号的数字化 .....	142	六、ISDB 数字电视标准 .....	210
一、VCD 机与 CD 机的主要联系与差别 .....	142	七、3 种数字电视(DTV)传输 标准的比较 .....	211
二、亮度(Y)、色差(R-Y、B-Y)信号 的数字化 .....	142	八、典型的数模兼容电视接收机组成框图 .....	212
		第二节 数字调制与数字解调 .....	213
		一、概述 .....	213

二、数据传输速率、数据调制速率 和数据有效传输速率 .....	215	四、光发射机与光接收机(光端机) .....	283
三、幅移键控 ASK 及多进制 (多电平) MASK .....	217	五、激光器与光检测器 .....	285
四、正交幅度调制 QAM 及多进制 (多电平) MQAM .....	220	六、1 550 nm 外调制式有线电视光 纤传输系统 .....	287
五、频移键控 FSK 及多进制 (多电平) MFSK .....	225	第四节 有线电视网的分配系统及有线 数字电视接收机 .....	289
六、相移键控 PSK 及 DPSK .....	227	一、分配系统的性能要求 .....	289
七、多进制相移键控 MPSK (多相调制) .....	228	二、分配系统的组成 .....	289
八、幅相键控 APK .....	234	三、干线放大器 .....	292
九、残留边带调制 VSB 及多 电平 MVSb .....	236	四、均衡器 .....	294
十、正交频分复用 OFDM 调制 .....	237	五、分配放大器 .....	294
第三节 卫星数字电视简介 .....	240	六、分配器与分支器(无源部件) .....	296
一、我国卫星电视广播事业的发展 .....	240	七、有线数字电视接收机简介 .....	297
二、卫星数字电视广播的有关参数 .....	243	第五节 高清晰度电视(HDTV) .....	299
三、卫星电视接收天线 .....	245	一、高清晰度电视的特点 .....	300
四、高频调谐器与功率分配器 .....	248	二、HDTV 与标准数字电视 有关数据的比较 .....	302
五、卫星上行发射机及卫星转发器的组成 .....	250	三、HDTV 的实施方案 .....	303
六、卫星电视接收机(下行接收机)的组成 .....	253	四、中国 HDTV 方案的实现 .....	304
第四节 地面数字电视广播简介 .....	256	五、高清晰度电视的传输 .....	306
一、地面数字电视广播概述 .....	256	练习与思考题 .....	310
二、不同数字调制方式的地面数字电视 广播收发系统组成 .....	258	第六章 交互电视、点播电视、付费电视、 会议电视及视频监控 .....	311
三、地面数字电视广播接收机实例 .....	261	第一节 概述 .....	311
练习与思考题 .....	263	一、简介 .....	311
第五章 有线数字电视与高清晰度电视 .....	265	二、交互电视系统与多媒体系统的比较 .....	312
第一节 有线电视的特点及系统组成 .....	265	第二节 交互电视 .....	314
一、有线电视的特点 .....	265	一、交互电视的系统组成 .....	314
二、有线电视系统的组成 .....	266	二、交互电视的传输网络 .....	315
第二节 有线电视的前端系统 .....	269	三、视频服务器 .....	317
一、前端放大器 .....	270	第三节 点播电视 .....	320
二、频道转换器 .....	270	一、点播电视的系统组成 .....	320
三、频道处理器 .....	271	二、基于 CATV 和 PSTN 的 NVOD 系统的组成 .....	321
四、调制器 .....	271	三、多网合一的视频点播系统 .....	322
五、混合器 .....	274	四、视频点播中的关键技术 .....	324
六、导频信号发生器 .....	275	五、交互电视和点播电视中间件的设计 与选用考虑 .....	325
七、DVB-C 有线电视前端系统组成框图 .....	275	六、小型视频点播系统举例 .....	325
第三节 有线电视的干线传输系统 .....	277	第四节 付费电视 .....	327
一、概述 .....	277	一、付费电视的基本功能及付费方法 .....	328
二、光缆与同轴电缆混合(HFC)系统的 组成及特点 .....	278	二、有线电视加扰、解扰系统的 组成及基本要求 .....	329
三、HFC 系统中信号频谱资源的分配 .....	282	三、有线模拟电视信号的加扰方式 .....	330
		四、有线数字电视信号的加扰方式 .....	332



五、有线电视付费管理与授权方法 .....	334	一、大屏幕显示器的种类及优缺点 .....	375
六、付费电视的系统组成 .....	335	二、像素型背投电视概述 .....	378
第五节 会议电视、电视电话		第二节 液晶平板显示器及液晶电视机的组成 .....	379
与视频监控 .....	336	一、概述 .....	379
一、会议电视的国际标准 .....	337	二、液晶板(屏)的工作原理 .....	381
二、会议电视系统的组成 .....	339	三、液晶显示器的特点 .....	383
三、数字电视电话系统 .....	340	四、液晶矩阵显示器 .....	384
四、视频监控系统的组成 .....	341	五、彩色液晶电视接收机的组成 .....	386
练习与思考题 .....	344	第三节 等离子体显示器	
第七章 数字电视机顶盒 .....	346	及等离子体电视机 .....	392
第一节 数字电视机顶盒的分类及		一、等离子体(PDP)显示器及等离子	
技术关键 .....	347	体电视机的特点 .....	392
一、数字电视机顶盒的分类 .....	347	二、PDP的分类及工作原理 .....	394
二、数字电视机顶盒的作用与技术关键 .....	348	第四节 数字光处理 DLP、有机电致发光	
第二节 几种电视机顶盒的组成框图 .....	349	OLED、硅上液晶 LCOS 彩色平板	
一、增加收看频道的电视机顶盒组成框图 .....	349	显示器 .....	400
二、接收图文电视信号的电视机顶		一、数字光处理 DLP 显示器 .....	400
盒组成框图 .....	350	二、有机电致发光 OLED 彩色平板显示器 .....	403
三、卫星模拟电视机顶盒组成框图 .....	350	三、硅上(片上)液晶 LCOS 显示器 .....	406
四、有线数字电视机顶盒组成框图 .....	351	第五节 正投式、背投式投影电视机 .....	407
五、全制式数字电视机顶盒电路组成框图 .....	353	一、两种投影方式 .....	408
六、集成化卫星机顶盒调谐器一例 .....	355	二、投影电视接收机的主要技术指标 .....	409
第三节 有线数字电视机顶盒的调谐器、		三、投射管 .....	411
解调器及解复用器 .....	357	四、投影屏幕 .....	412
一、有线数字电视机顶盒电路组成示意图 .....	357	五、三管式 CRT 投影电视机光路	
二、调谐器 .....	359	系统及电路组成 .....	413
三、解调器 .....	359	六、三管式背投电视机电路组成举例 .....	415
四、解复用器及解扰器 .....	360	第六节 液晶式投影电视机 .....	418
第四节 有线数字电视机顶盒的音视频		一、概述 .....	418
解码及视频编码 .....	362	二、三片式液晶彩色投影系统 .....	418
一、MPEG-2 传输流(TS)及节目流(PES)		三、三片液晶光阀式投影系统及电路组成 .....	419
的数据包结构 .....	362	练习与思考题 .....	423
二、数字电视机顶盒视频解码器 .....	363	第九章 数字摄像机、录像机、照相机 .....	424
三、数字电视机顶盒音频解码器 .....	365	第一节 数字摄像机 .....	424
四、图形处理器及数字视频编码器 .....	366	一、三管(片)式彩色电视摄像机的	
第五节 数字电视机顶盒的主控制器、		基本组成 .....	425
外部接口及实例 .....	368	二、单片 CCD 摄像机的系统组成 .....	427
一、数字电视机顶盒的主控制器 .....	368	三、CCD 摄像器件 .....	429
二、数字电视机顶盒的外部接口 .....	370	四、CCD 数字摄像机 .....	431
三、有线数字电视接收机		五、家用数字摄像机的新特点 .....	433
(机顶盒)实例 .....	371	第二节 数字录像机 .....	434
练习与思考题 .....	374	一、数字录像机与模拟录像机	
第八章 液晶电视、等离子体电视、		电路结构之比较 .....	434
投影电视 .....	375	二、非压缩型数字录像机综述 .....	435
第一节 大屏幕显示器的分类及特点 .....	375	三、数字视频的 DV 标准 .....	438

四、压缩型数字录像机综述 .....	439	二、数字摄录像一体机的组成框图 .....	451
五、数字磁盘、数字光盘录像机 .....	442	第四节 数字照相机简述 .....	452
六、DVD 光盘录像机及实例 .....	443	一、数字照相机的组成 .....	453
七、数字摄录像机的记录媒体 .....	445	二、数字照相机各组成部分简介 .....	453
第三节 数字摄录像一体机 .....	448	三、数字照相机中图像信号的压缩处理 .....	456
一、数字摄录像一体机的分类、特点、 种类及性能 .....	449	练习与思考题 .....	457
		参考文献 .....	459

# 第一章 数字化彩色电视接收机

## 第一节 概 述

### 一、概述

电视接收机问世已有半个多世纪,以现行的电视制式而言,电视台所发射的信号均为模拟信号,其视频信号(图像信号)为残留边带调幅,伴音信号为调频。这些信号经过电视接收机各相关电路的处理,最后在显像管上显示出所需的图像,在扬声器中发出悦耳的声音。由于采用的是模拟处理方法,故在图像质量、伴音质量等方面均多有缺憾,电视技术指标的进一步提高受到了限制。

多年来,由于数字技术与超大规模集成电路制造工艺的飞速发展,以及微型计算机制造技术的日趋完善,音、视频设备与系统正向局部数字化或全数字化方向迈进。如今,局部电路数字化的彩色电视接收机已大量投入市场、进入家庭。全数字彩色电视系统也无须多少时日,即将在全世界播出。模拟电视停播已为时不远。

局部电路数字化彩色电视接收机并非真正意义上的数字电视接收机,它是在现有彩色电视体制下,不改变电视发射台所播送的电视信号波形、频谱结构、技术参数等前提下,只是在电视接收机中,有部分电路采用模/数转换电路(A/D)将模拟信号转换成数字信号,并用数字电路对其作所需处理,最后再用数/模转换器(D/A)将其变换成模拟信号。

由于电视接收机高、中频电路所处理的图像信号(视频信号)与伴音信号的载波频率均在 31.5 MHz 以上,进行模/数转换时,对 A/D 转换器的要求太高,或技术上有较大难度、或成本过高或不易实现,故目前的局部电路数字化电视接收机均在视频检波后对信号进行数字化处理。

本书的重点在于讨论数字视频设备所涉及的一些共性问题,如图像信号的压缩、语音信号的压缩、MPEG 标准、数字信号的调制、视盘机、数字电视机、机顶盒等的工作原理、整机组成、信号流通与变换等人们所关心的问题。局部数字化电视机虽不是全数字视频设备,但对它作必要分析也是需者所求,同时也将有利于人们对数字视频的学习,故本书还是先对其作一定描述。

### 二、局部电路数字化彩色电视接收机组成的简化框图

局部电路数字化彩色电视接收机组成的简化框图,如图 1-1-1 所示。

由图 1-1-1 可见,接收机中的高频调谐电路、中频放大电路、视频检波电路、鉴频电

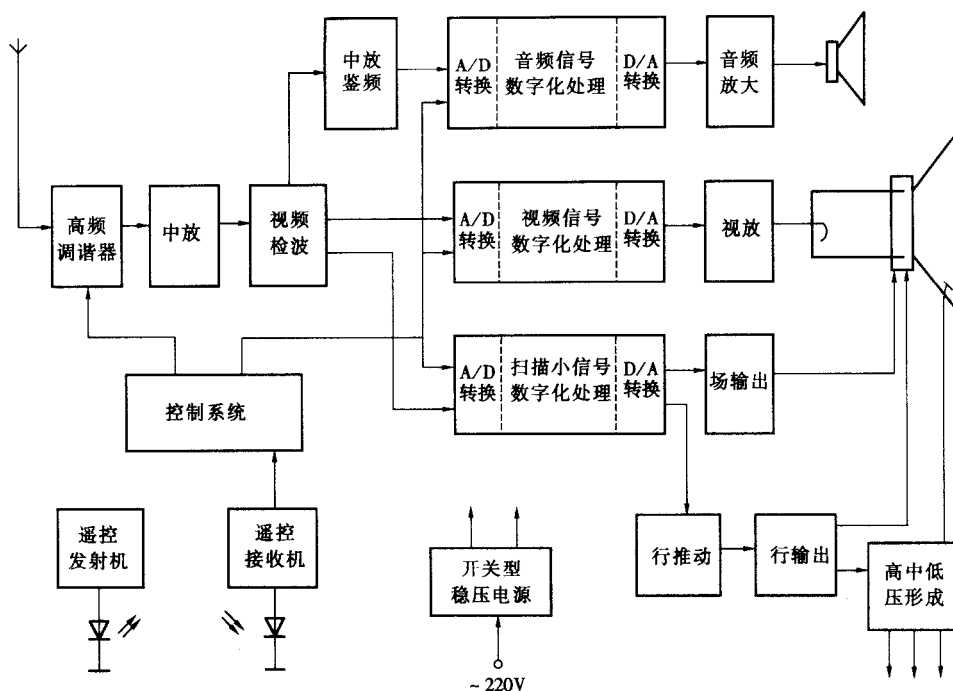


图 1-1-1 局部电路数字化彩色电视接收机组成简化框图

路、视放电路、场输出级电路、行推动电路、行输出级电路、高中低压形成电路及开关型稳压电源电路等仍为模拟电路，与传统的模拟彩色电视接收机中的相关电路并无多少区别。数字化的电路仅存在如下几个部分。

(1) 视频检波后的视频信号数字化处理电路。这部分电路包含亮度通道电路、色度通道电路、彩色副载频产生电路、解码矩阵电路等。

(2) 鉴频后的音频信号数字化处理电路。其中包含立体声处理电路、NICAM 立体声（丽音）处理电路、环绕声处理电路、卡拉 OK 处理电路、音量/音调控制电路等。

(3) 行场扫描小信号数字化处理电路。其中包含同步分离电路、行场振荡电路、同步电路、推动电路等。

(4) 控制系统（或遥控系统）。主要包含频段转换、频道选择（调谐）、参量控制、微机系统等各种数字电路。这部分电路的有关内容已在《视频技术与应用》（孙景琪编著，北京工业大学出版社出版）一书中进行详细论述，读者可以参考，这里不作重点介绍。

(5) 画中画数字处理电路（图中未画出）。主要包含小画面形成与处理电路、小画面存储控制电路、小画面数据控制电路等。

## 第二节 局部电路数字化彩色电视接收机的组成

前已指明，局部电路数字化彩色电视接收机并非真正意义上的数字电视接收机。目前我

国各电视台所发送的电视信号仍然是模拟信号，其性质并未改变，唯在电视接收机中的某些部分用模/数（A/D）转换器，将视频信号（0~6 MHz）、音频信号（20 Hz~15 kHz）转换成相应的数字信号，经必要的处理后，再用数/模（D/A）转换器，将数字信号转换成显像管或扬声器所需的视频信号（如  $R$ 、 $G$ 、 $B$  三基色信号）或音频信号。

局部电路数字化彩色电视接收机是由传统的模拟型彩色电视接收机进行局部电路改进而形成的，故其总体结构及信号流通并没有大的变化。本节将重点介绍局部电路数字化彩色电视接收机的优点、基本组成及各组成部分的概况。

## 一、局部电路数字化彩色电视接收机的优点

主要优点有如下两个方面。

### 1. 提高了图像质量

1) 由于采用了数字滤波器，故能很好地将亮度信号  $Y$  与色度信号  $F$  彻底分离，减少了两者之间的相互干扰、串扰。

2) 可采用横向滤波器，使图像的重影削弱。

3) 可采用数字轮廓校正电路，使图像的清晰度得以改善。

4) 可采用数字噪声抑制电路，使图像的信噪比得以提高。

5) 可采用逐行扫描和 100 Hz 场倍频技术，减少图像的闪烁效应，进一步提高图像质量。

### 2. 扩大电视接收机的功能

由于电视接收机中装有中央控制系统，该系统中的微处理机实际上是一功能十分齐全的专用单片计算机系统。根据需要，它可实现多达 256 种（8 位（bit）二进制码控制）功能的控制，如电源的开/关，频段选择，频道调谐，音量、亮度、色饱和度、色调、对比度等的控制，也可实现画中画（PIP）电视图像的显示；实现对不同电视制式的自动转换；能方便地与电视图文广播、卫星直播系统、各种数字视频设备（如数字照相机等）、计算机等连接。

另外，在这种电视接收机中，还可以利用控制系统中的微处理机对白平衡、对荧光屏上的图像位置、对显像管的老化等进行调节和补偿。

局部电路数字化彩色电视接收机的主要问题是价格偏高，电路技术也较复杂，但随着数字技术及超大规模集成电路制造工艺的进一步发展，上述问题会逐步得到解决。

## 二、局部电路数字化彩色电视接收机的典型框图

由于各生产厂商所采用的大规模集成电路有所不同，这种彩色电视接收机的组成也略有差别，图 1-2-1 所示是局部电路数字化彩色电视接收机的典型框图。下面对图 1-2-1 中非数字化部分作一简单说明。

### 1. 高、中频及视频检波电路

这部分电路与传统模拟彩色电视接收机中的相关电路没有多大区别。电视信号（模拟信号）从天线输入后，经高频调谐器作选频、放大、变频（本振与混频），产生载频为 38 MHz 的图像中频信号及 31.5 MHz 的第一伴音中频信号输出，这些信号经图像中放电路的放大及特殊的频率选择后，再经视频检波（或视频及第二伴音中频分别检波），可获得音、视频两种信号输出。

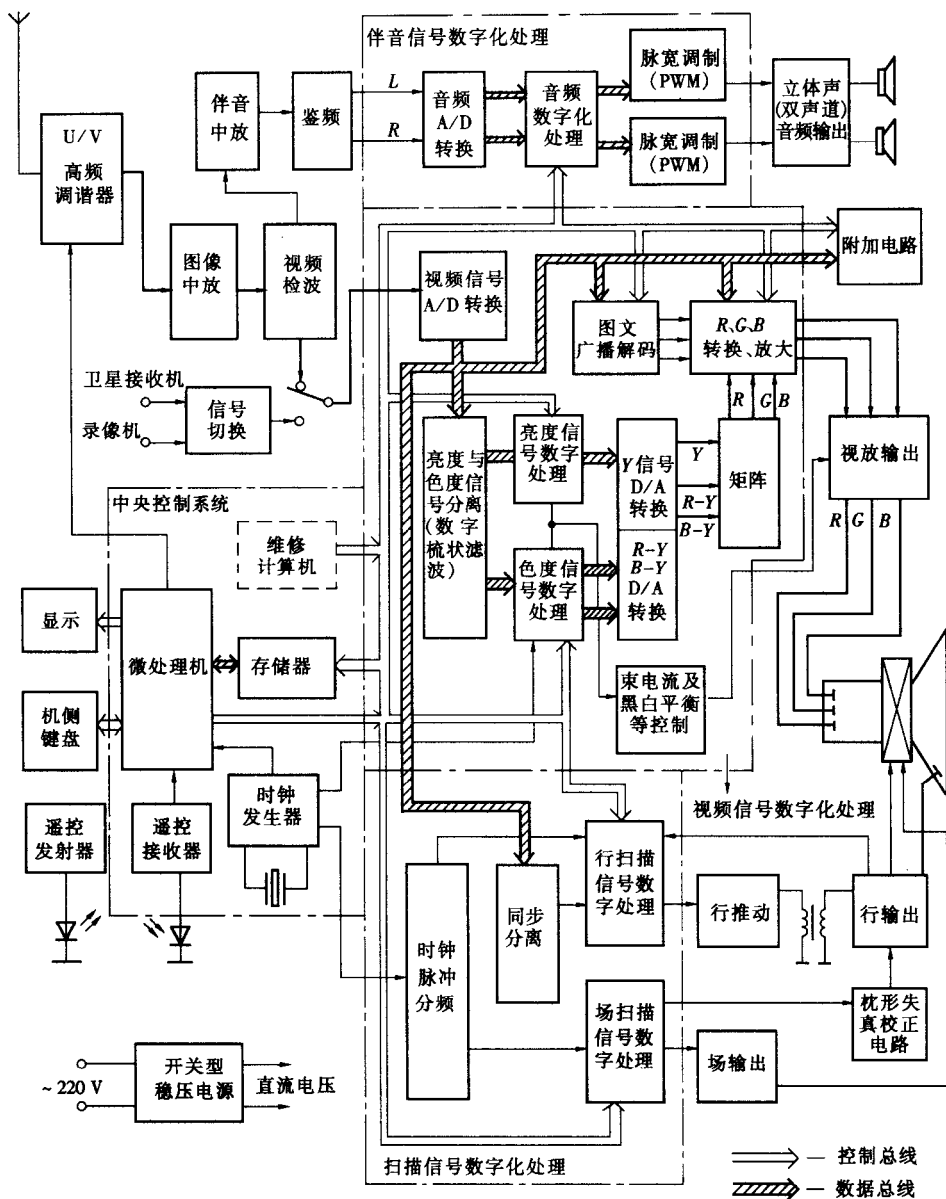


图 1-2-1 局部电路数字化电视接收机组成框图

(1) 彩色全电视信号。其中主要含亮度信号、色度信号、复合消隐信号、复合同步信号等，其频带宽度为 0~6 MHz，属模拟信号。

(2) 载频为 6.5 MHz 的第二伴音中频调频信号，也为模拟信号，其频带宽度最高约为 130 kHz (对于普通调频波)。

## 2. 伴音信号的中频放大及鉴频电路

这部分电路与模拟彩色电视接收机中的相关电路没有区别，鉴频输出是频带宽度为几十赫至 15 kHz 的音频模拟信号 (对于普通调频信号而言)。

### 3. 视放、行场扫描输出、开关电源等电路

在采用阴极射线管（CRT）的电视接收机中，视放输出级电路、行场扫描输出级电路、开关电源等电路，在目前的技术条件下，尚难以采用数字电路对信号作数字化处理。例如视放输出级电路（或三基色矩阵），其输出信号的幅度高达 160 V 左右（彩色显像管要求），信号的频带宽为 0~6 MHz（100 Hz 倍场频电视机视放输出级信号的频带宽度为 0~12 MHz），输出信号的功率为数百毫瓦量级；又如行输出级的晶体管，需工作在耐压为数千伏、功率为数十瓦的脉冲状态下；再如开关电源的开关管也是工作在近千伏的高压、功率为数十瓦的开关状态，故这些电路尚难以集成，仍采用分立元件电路实现，送出模拟信号。

上述电路的工作原理与电路组成请参考有关文献。

## 三、音频信号的数字化处理

### 1. 音频 A/D 转换

鉴频后输出的音频模拟信号经 A/D 转换器，被转换成二进制数字信号。其取样频率一般为 36 kHz 或 48 kHz。由于人耳的分辨力要比人眼的分辨力高得多，所以要求 A/D 转换出的二进制位数（量化等级）要多，其长度一般是 14 bit，故其分辨率有

$$2^{14} \text{级} = 16384 \text{级}$$

以使伴音具有很高的保真度。

### 2. 音频信号数字化处理

通过 A/D 转换器的转换，所获得的 14 bit 二进制音频数字信号要经过一个识别电路，以识别这一电视伴音是单声道信号或双声道信号或立体声信号。通过识别电路输出的数字音频信号再经并/串行转换，将它转换或串行数码输出，并分成两路，分别送到各自的数字音频处理电路。

音频数字信号处理电路的主要功能有去加重、音调与音量控制、左右声道平衡控制及脉冲宽度调制（PWM）等。其主要电路由乘法器（一般用  $16 \times 8$  的乘法电路）及复杂的数字滤波器等组成。对音频数字信号处理电路的控制是由中央控制系统中的微处理机通过控制总线发出的控制指令来完成的。

### 3. 脉冲宽度调制

音频数字信号须送至两个脉冲宽度调制器，经调制后，其输出的两路脉冲宽度将随音频信号的高低（强弱）而改变，这两路信号经放大、滤波等处理后可推动一组立体声低频功率放大电路。通常，这类功率放大器是工作在开关状态的 D 类（即丁类）放大电路，并通过低通滤波器将脉冲调宽码中所含的音频分量取出，而滤除不需要的频率分量，所得的音频信号即可推动扬声器发声。这样做的目的有二：一是 D 类放大器的效率高，可节省能量；二是比用 D/A 转换器（先将音频数字信号转换成模拟信号，再通过功率放大）的方式更为简单、经济。但是，这种非 D/A 方式只适用于频率较低的音频或场扫描电路。

目前正在研制一种数字式扬声器，它可直接用音频数字信号推动而发出声音，那样就不必将数字音频信号转换成模拟信号了。

## 四、视频信号的数字化处理

图 1-2-1 中已初步表明了数字化彩色电视接收机中有关视频信号数字处理系统的组

成，它涵盖了视频检波电路之后、解码矩阵之前的绝大部分电路。其较详细的组成框图如图 1-2-2 所示。

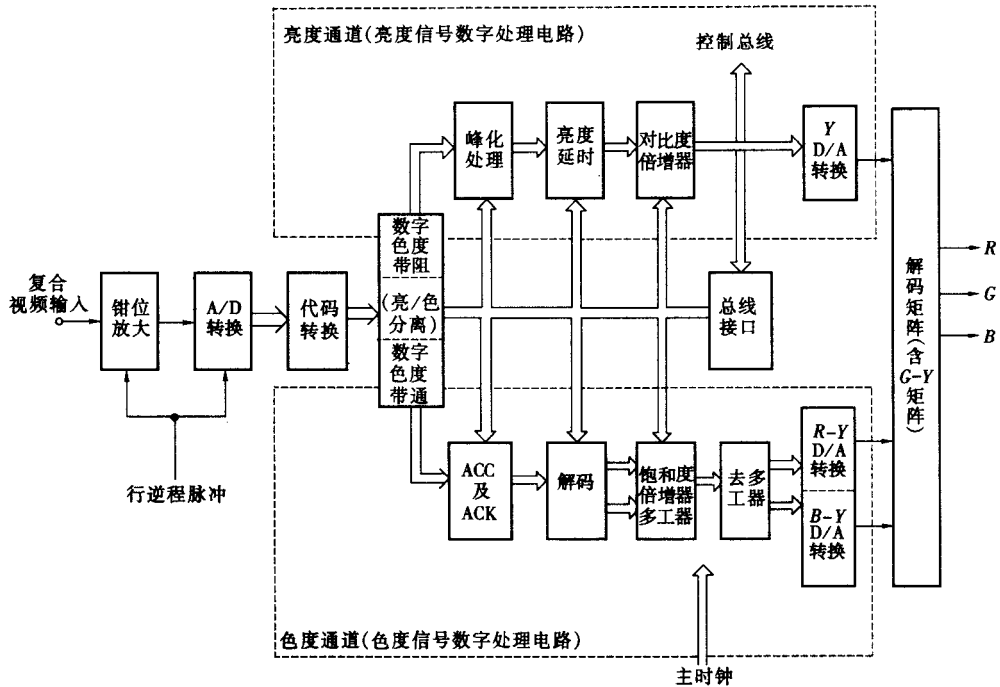


图 1-2-2 视频信号数字化处理系统的组成框图

由图 1-2-2 可见，视频信号数字处理系统主要包含 A/D 转换、代码转换、亮度通道（亮度信号数字处理电路）、色度通道（色度信号数字处理电路）、三基色矩阵电路等几大部分。输入的复合视频模拟信号可来自电视接收机的视频检波器，也可来自录像机或电视摄像机。系统输出的三基色模拟信号  $R$ 、 $G$ 、 $B$ ，送电视接收机的视频放大输出级。

下面先对图中的 A/D 转换及代码转换作一简单说明，至于亮度通道和色度通道将作重点讨论，而三基色矩阵则与模拟电视接收机相同，就不多述了。

### 1. A/D 转换

A/D 转换电路的作用是将模拟复合视频信号转换成数字视频信号。图中的钳位放大电路是为了使信号符合一定标准、满足 A/D 转换而设置的。

A/D 转换成的信号为 PCM 编码，即通常所指的二进制数码，其采样频率定为彩色副载频 ( $f_0$ ) 的 4 倍 ( $4f_0$ )，对于我国的 PAL-D 制而言，其值为

$$4f_0 = 4 \times 4.433\ 618\ 75\ \text{MHz} \approx 17.73\ \text{MHz}$$

对于 3.58 MHz 的 NTSC 制电视，其采样频率为

$$4f_0 = 4 \times 3.58\ \text{MHz} \approx 14.32\ \text{MHz}$$

实践与理论均表明， $4f_0$  的取样频率可使亮度信号与色度信号的分离比较彻底，使它们之间的串扰减至最小，另外也使色度信号中的  $F_U$  与  $F_V$  信号容易分离，这点后面还将说明。

A/D 转换器的量化等级为 8 bit 二进制代码，可将模拟视频信号分为 256 个量化级，即 0~255，相当于二进制的 0000 0000→1111 1111。256 个量化等级可保证有较好的图像质量和



收看效果。在视频 A/D 转换器中，编码器常用的代码有自然二进制码（即通常所指的逢二进一的二进制编码）、格雷码和偏移二进制码等。自然二进制码最为直观；偏移二进制码带有符号位（首位为 1 时为正数，首位为 0 时为负数），适宜用于色度信号及音频等双极性（有正、负值）信号的编码；而格雷码属于单位距离码，若码距为 1，则它的任意两相邻码位之间都只有一个码位不同，因而可消除由于各比较器的速度差异或编码器本身造成的干扰影响。另外，在传输过程中，若存在同等的某一位数码的差错，格雷码比自然二进制码所产生的误差要小。例如，一自然二进制码  $(10001)_2 = (17)_{10}$ ，在传输过程中若其最高位发生错码由 1 变为 0，则信号变为  $(00001)_2 = (1)_{10}$ 。若传送的是格雷码， $(17)_{10} = (11001)_G$ ，其最高位发生错码，由 1 变为 0 后，其值由  $(11001)_G$  变为  $(01001)_G = (14)_{10}$ 。很显然，对于同一位所发生的错码，格雷码比自然二进制码所产生的误差要小得多（前者由 17 变为 1，后者由 17 变为 14）。

自然二进制码、格雷码和偏移二进制码的相互关系如表 1-2-1 所示（以 4 bit 为例）。

表 1-2-1 自然二进制码、格雷码、偏移二进制码的相对关系表

十进制（量化电平）	自然二进制码	格雷码	偏移二进制码
0	0000	0000	10000
1	0001	0001	10001
2	0010	0011	10010
3	0011	0010	10011
4	0100	0110	10100
5	0101	0111	10101
6	0110	0101	10110
7	0111	0100	10111
8	1000	1100	11000
9	1001	1101	11001
10	1010	1111	11010
11	1011	1110	11011
12	1100	1010	11100
13	1101	1011	11101
14	1110	1001	11110
15	1111	1000	11111

A/D 转换器有串行式、并行式、串并式等多种。并行式 A/D 转换器的特点是转换速度快，转换精度高，适宜于视频信号的 A/D 转换。

## 2. 代码转换

代码转换的作用是要将 A/D 转换器输出的数字编码（如自然二进制码）转换成所需的码型，再分别送至亮度信号处理电路和色度信号处理电路。通常，送往亮度通道的是自然二进制码或格雷码，而送往色度通道的是偏移二进制码。

## 3. 亮度信号与色度信号的分离

亮度信号与色度信号分离的任务是由图 1-2-2 中的数字色度带阻（滤波）、数字色度带通（滤波）等电路来完成的。这两部分电路也可画成一个框图（见图 1-2-1 中部），并标以“亮度与色度信号分离”。用数字滤波器更容易实现梳状滤波功能，能将频谱交错的亮度信号与色度信号更彻底的分离，使它们之间的串扰进一步减小，使图像的清晰度进一步提高。