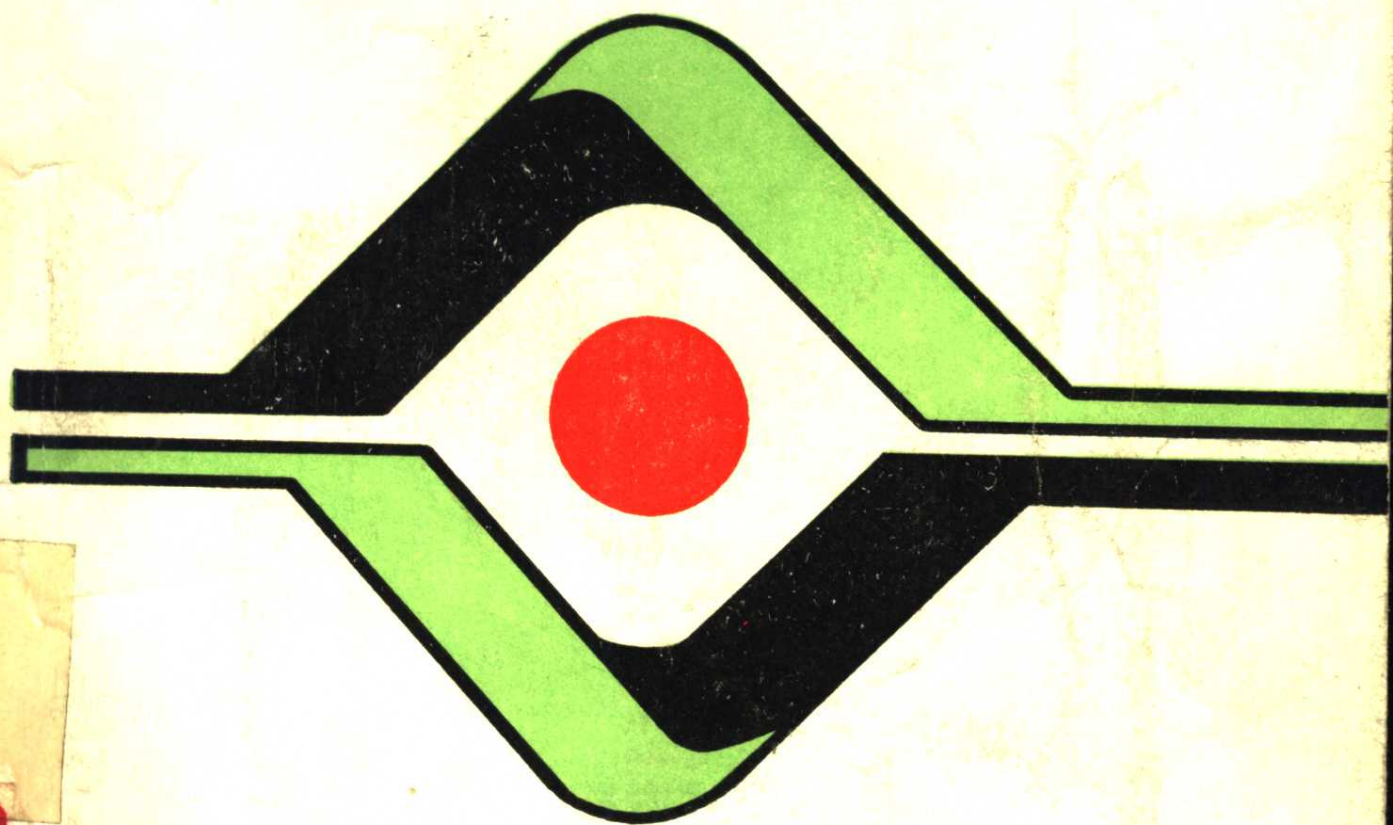


数字电视原理

孟繁定

华中理工大学出版社



● HUAZHONGLIGONGDAXUE CHUBANSHE ●

数字电视原理

孟繁定

华中理工大学出版社

内 容 简 介

本书是一本论述数字电视原理的科技读物。全书分为四章：第一章概述了什么是数字电视、它的特点和发展概况；第二章介绍了数字控制电视机的方式和工作原理；第三章以西德 ITT 公司生产的 Digit 2000 VLSI 系列为基础，重点讲述了数字处理电视机的原理；第四章对目前正在研究的数字传输电视的有关内容作了一般介绍。

本书着重阐述物理概念，在必要时采用了数学分析。

本书可供大专院校无线电、电子类有关专业师生和从事电视机开发、研制、生产和维修、使用人员阅读参考。

数字电视原理

孟 繁 定

责任编辑 李凤英

*

华中理工大学出版社出版发行

(武昌喻家山)

新华书店湖北发行所经销

湖北省新华印刷厂印刷

*

开本：850×1168 1/32 印张：7.5 字数：182 000

1988年10月第1版 1988年10月第1次印刷

印数：1-3 000

ISBN 7-5609-0267-7/TN·9

定价：1.95元

前 言

数字电视是一种新的电视技术，它与电视信号的分量编码、电视制式的 MAC 制、广播电视的卫星传输以及高清晰度电视等组成了当代广播电视发展的主流。

本书虽取名《数字电视原理》，但重点在于介绍电视接收机中的数字处理，而进行这种数字处理的电视机就是通常所说的“数字电视机”。目前，这种数字电视机在世界一些发达国家中已进入商品市场。

为了跟踪世界新技术，适应电视机产品更新换代的潮流，我国有关主管部门正组织大专院校、科研机构和工厂对数字电视机进行开发研制。许多无线电电视、广播类的大、中专学校和专业已开出了“现代电视技术”或类似名称的新课程；不少电视机生产厂家对这门新技术十分感兴趣，迫切希望掌握数字电视技术和生产这新一代的彩电。

然而，我国目前还没有一本系统讲述数字电视机原理的书。为了促进我国电视技术的发展，作者在近年来讲课和编写教学资料的基础上，编写了这本《数字电视原理》。

本书第一章介绍了数字电视的概念、特点和发展情况，第二章介绍数控电视，第三章介绍数字处理电视，第四章介绍数字传输电视。

数字电视的基础比较广泛，其中包括彩色电视原理、数字电路、微机原理、通信原理和锁相技术。这些基础理论已有专门的著作进行介绍，本书只在必要时对它们作点补充。

本书在编写过程中得到了多方面的帮助，特别是华中理工大

学李宗杰教授，热情而认真地审阅了本书原稿，提出了许多宝贵意见；华中理工大学王宏远老师在百忙中审阅了压缩编码的有关内容。作者在此一并深表谢意。

由于作者水平所限，加之时间仓促，书中错误与不妥之处在所难免，望广大读者指正。

作 者 1988. 2. 25.

目 录

第一章 概述	(1)
1.1 什么是数字电视	(1)
1.2 数字电视的特点	(3)
1.3 数字电视的发展概况	(6)
第二章 数控电视	(9)
2.1 引言	(9)
2.2 电压合成方式电子选台系统	(10)
2.3 频率合成方式选台系统	(17)
2.4 组件式视频调谐系统(VTS)	(25)
2.5 红外控制系统	(39)
2.6 8位微机数控电视实际电路分析	(45)
2.7 锁存器	(60)
第三章 数字处理电视	(62)
3.1 引言	(62)
3.2 数字电视接收机系统	(63)
3.3 视频编码与解码	(66)
3.4 视频信号处理	(85)
3.5 数字解码原理	(101)
3.6 偏转处理电路	(102)
3.7 伴音信号处理	(106)
3.8 中央处理与控制	(113)
3.9 时钟发生器	(135)
3.10 电视图象重影消除方法	(142)
3.11 画面闪烁效应及其消除方法	(151)
3.12 画中画电视原理	(155)

3.13 数字电视与卫星广播电视接口	(172)
第四章 数字传输电视	(175)
4.1 数字传输电视的基本原理	(175)
4.2 数字电视编码方式与频带压缩技术	(181)
4.3 数字电视的制式转换	(188)
4.4 电视文字广播原理	(190)
4.5 文字广播的附加伴音	(197)
4.6 电视信号数字编码的国际标准	(204)
附录一 黑白电视制式类别及参数	(218)
附录二 常用单片机简介	(219)
附录三 我国的电视广播频道参数	(228)
主要参考资料	(232)

第一章 概 述

什么是数字电视？它有什么特点？它的发展情况怎样？这是本章要讨论的主要问题。

1.1 什么是数字电视

提起数字电视，大家都知道是电视信号数字化问题。但是，具体内容怎样呢？这要从三方面说，即电视信号的数字传输、数字处理和数字控制。

所谓数字传输，就是电视台将模拟视频信号数字化，得到数字电视基带信号，然后用这个数字基带信号对载波进行调制而得到微波数字信号，如图1-1所示。

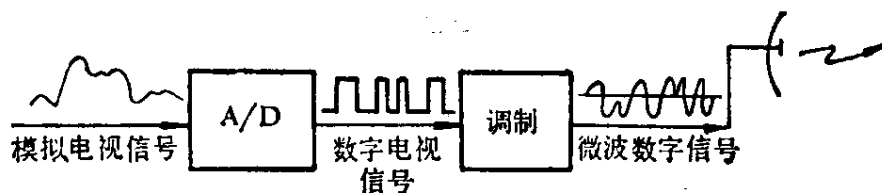


图1-1 数字电视传输发端

图中 A/D 变换框图包括数字编码和调制，例如 PCM 编码 PSK 调制。

在收端，首先将数字电视基带信号从载波上检出来，经解调、解码和处理后，再将数字信号还原成模拟信号，如图 1-2 所示。

图中的 D/A 变换框图包括与发端相应的 PSK 信号的解调和 PCM 的解码。

可见，在整个信道中传输的信号都是数字信号，故称为数字

传输电视。数字传输电视实际上就是数字通信的一种，属于广义



图1-2 数字电视传输收端

的数字通信系统,因而它的发展与应用同数字通信技术密切相关。目前数字通信技术已相当完善,但将它应用于数字电视系统却遇到了障碍。因为数字电视信号占用的频谱太宽。例如, PAL 制的电视信号,取其带宽为 6.5MHz,进行数模转换时,根据取样定理,取样频率必须是被取样信号最高频率成分的 2 倍以上,则取样频率必须大于 13MHz。如果分辨率为 8bit,则码速率 $13\text{MHz} \times 8\text{bit} = 104\text{Mb/s}$,每赫带宽如可传输 2bit,则数字电视信号将占用的频谱约 52MHz,这在地面传播的 VHF 和 UHF 信道中是无法容纳的。尽管目前利用卫星和光纤等新的传输媒介可以解决信道传输问题,而要求电视接收机解调前的通道带宽达 50MHz 以上却很困难,即使能实现,也无法做到与现有电视机兼容。因此对数字传输电视的研究,首先要解决频带压缩问题,这就是数字传输电视目前还没有达到实用化阶段的原因。

当前大力发展的数字电视都是属于数字处理电视的范畴。所谓数字处理电视,就是电视台仍然发射模拟信号,接收机解调出模拟信号后,不是将它直接送到终端器件(显象管、扬声器)上去,而是将模拟信号数字化,并进行数字处理后再还原成模拟信号去推动终端器件,如图 1-3 所示。这种工作程序的电视机就是数字处理电视机。

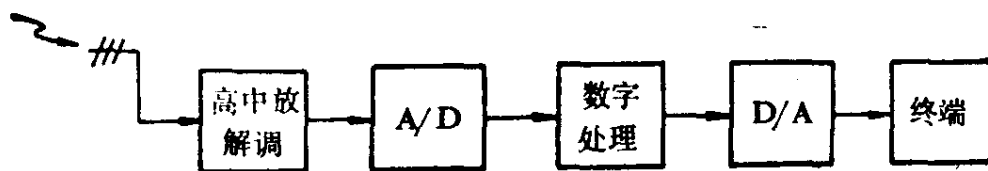


图1-3 图象信号数字处理电视机原理图

数字控制电视机简称数控电视机，是指通过数字信号对电视机的有关使用参数（如亮度、色度、音量、频道等等）进行手控、遥控和预置的电视机。

电视机的数字化首先是从数字控制开始的。当前大力发展的数字处理电视机一定包含有数字控制。目前所谓的数字电视机就是指既包括数字控制又包括数字处理的电视机，也就是索尼公司所谓的第五代彩电（第一代是采用 RCA 荫罩显象管的彩电，第二代是晶体管化彩电，第三代是电子选台彩电，第四代是集成化彩电）。

1.2 数字电视的特点

数字电视有哪些特点呢？

1. 数字电视可以提高电视图象和伴音的质量。

模拟信号在传输和变换的过程中噪声是累积的，而数字信号却可以利用再生手段截除噪声，从而提高了输出信噪比，这是其一；第二，它可以利用数字技术消除重影；第三，可利用帧存贮器对扫描信号慢存快放（慢写快读），例如将每秒50场改为100场，从而消除图象闪烁；利用插入技术，将行扫描由625行提高到1250行，从而提高垂直和水平清晰度。另外，利用双线存贮器配合双线梳状滤波器既可提高帧的分辨率，也可提高行清晰度；第四，数字电视机不怕同步信号的丢失。例如，由于干扰使行或场失去

同步头, 电视机却可照常稳定工作(同步工作), 这是由于数字电视机的时钟频率为色副载频的整数倍, 一般为 4 倍。这样, 对 NTSC 制, 时钟频率为 $4 \times 3.58\text{MHz} = 14.3\text{MHz}$; PAL 制为 $4 \times 4.43\text{MHz} = 17.7\text{MHz}$; SECAM 制为 $4 \times 4.236\text{MHz} = 16.9\text{MHz}$, 关于三种彩电制式的主要参数如表 1-1 所示。

表1-1 三种彩电制式的主要参数*

参 数 \ TV 制式	NTSC	PAL	SECAM
图象频率宽度(MHz)	4.2	5.0	6.0
行 数	525	625	625
行 频(kHz)	15.750	15.625	15.625
场 频(Hz)	60	50	50
彩色副载频 f_{sc} (MHz)	3.579543	4.43361875	4.236
$3f_{sc}$ (MHz)	10.738629	13.30085625	12.708
$4f_{sc}$ (MHz)	14.318172 (70ns)	17.734475 (56ns)	16.944 (59ns)
使 用 地 区	日本、美国、加拿大、墨西哥、台湾、巴拿马、菲律宾。	澳大利亚、西德、瑞典、瑞士、西班牙、荷兰、泰国、中国。	法国、苏联、东欧。

* 伴音频率与彩色制式无关, 决定于黑白电视制式, 伴音频率有 6 种, 详见附录一。

场频、行频与色副载频之间有一定的函数关系。因此, 可以

从时钟频率提取行、场同步信息。这样，即使解调出的全电视信号中没有同步信号，接收机也照样同步工作。

至于为什么将时钟频率取为色副载频 f_{sc} 的 4 倍，这有两方面的考虑。第一，可以防止图象载频与色副载频的差频干扰；第二，根据奈奎斯特定理，取样频率应大于视频最高频率的两倍。在数字电视机里，时钟频率就是 A/D 转换器的取样频率，因此将时钟频率取为 f_{sc} 的 4 倍，无论对 NTSC 制、PAL 制或 SECAM 制均符合取样定理。而且取为整数倍易于提取行频、场频和色副载频。

2. 数字电视机可以增加电视机的功能

由于数字电视机内装有一个或二个有控制功能的单片微机，因而

(1) 可在手中遥控画面参数：如对比度、色调、饱和度、亮度等。

(2) 可以遥控音质、音量、单声道/两国语言的转换以及电源开关、频道选择等。

(3) 可以通过双扫描实现画中画、多重画、静止画、视频打印、文字广播等。

(4) 由于数字系统的时钟频率是色副载频的 4 倍，因而对于不同的制式 (NTSC、PAL、SECAM) 只需改变时钟频率和软件，并配合数字信号处理和总线控制，就可适应各种广播制式。从理论上讲，不打开后盖，能在 10 秒钟内将 PAL 制改成 NTSC 制或其它制式，从而使各国制式能够兼容，甚至使电视机的机芯标准化 (世界统一机芯)。

总之，数字电视机的功能是非常多的，目前最多能实现 1024 个功能。

3. 使工厂的生产调试工序自动化

数字信号不同于模拟信号，对幅度的大小要求并不十分严格，

允许元器件参数有较大的离散偏差,使筛选和调整工作大为简化。同时数字电视机中有微机控制,对各种需要调节的参数和调整步骤可先编好程序存入计算机中,从而实现软件调试或电子性调试,使调试过程自动化。例如,对白平衡和帧振幅等均可采用电子调整,不再需要用电位器来逐一调整了,省工、省时。有人统计,83年装一台27吋标准彩电需2小时,而数字化电视机仅1小时便完成。另外,不仅生产、调试工序自动化,在使用过程中,由于故障或衰老(如显象管衰老)引起的参数变化,它还能自动或手动检测,并通过存贮器中事先存入的标准参数和调试工序,自动恢复到出厂时设计的数值。

4. 节省元件、提高了可靠性

有人统计,数字电视机与模拟电视机相比,节省280个元件(76个在色解调,30个在偏转级,130个在立体声,46个在控制单元),因而理论上可提高可靠性20~30%。

5. 适应信息社会的需要

由于电视机实现了数字化,本身又是微机控制的,这就易于与数字信号源(如数据库、数字通信网、计算机网等)及新型数字式家用设备(如家用计算机)等相连接,使家庭与社会息息相通。例如,根据前述数字电视机的种种功能,一台数字电视机也同时可兼作计算机的监视器。

1.3 数字电视的发展概况

由于以上这些特点,所以自1973年西德ITT公司(Intermetall——国际电报电话公司)开始研制数字电视机以来,就引起了人们极大的兴趣。它的发展大致分为两个阶段,第一阶段为1973~1983年,主要是实验研究。由于成本和技术问题,这阶段的成果与应用是数控电视,对数字处理电视许多人抱观望态度。

但自 ITT 公司 1980 年~1982 年生产出整机只要 6 块超大规模集成电路的数字电视机后, 其发展就进入第二阶段, 即 1983 年至现在。1983 年日本秋季电子展览会上, 许多国家都拿出了数字电视机产品, 其中除西德的 ITT 公司外, 日本夏普、日立、东芝、松下、索尼等大公司都有自己的产品。从此法国、瑞典、美国等许多国家也都开展了数字电视机的研制和试用, 竞争是激烈的。为了争夺市场, 日本在 1984 年向 ITT 公司引进了 10 万套数字电视机器件。有人预计, 到 1992 年在发达国家销售的彩电中, 将有 40% 是数字彩电。日本预言, 数字彩电取代模拟彩电的趋势, 就象当年彩电取代黑白电视机一样, 势不可挡。

电视机产品更新换代的浪潮, 也必然会在我国引起反映。目前我国已有一些学校、工厂、研究机构在开始研制数字电视机, 预计不久的将来, 我国市场上也将出现这新一代的彩电。

当然, 发展数字电视, 目前也存在一些问题:

(1) 成本高 生产数字电视机的关键是几块超大规模集成电路(VLSI), 虽然 ITT 公司已大量投产数字电视机用的 VLSI (1983 年生产了 50 万片, 1984 年约 150 万片, 1985 年约 300 万片), 而且价格已降至 30 美元左右(可望降到 20 美元), 但整机价格仍相当于高档模拟彩电价格。如果不采用 VLSI, 而用大规模集成电路(VSI)和中规模集成电路(MSI)来拼凑, 那么, 整机价格可能成 10 倍的增加。这对我国来说, 是数字电视机进入消费市场的最大障碍。基于这一点, 英国到目前为止, 对于数字电视并不太热心。

(2) 由于数字电视机中存在高频脉冲, 它所产生的高次谐波易于对图象形成拍频干扰。而显象管的火花或其它电器设备的干扰可能使数字演算中的控制数据发生误差。

(3) 数字信号在处理部分要用到几个数字滤波器, 这种数字滤波器不象普通(模拟)滤波器那样用 L 、 C 元件组成, 而是用延迟、加法、乘法等逻辑电路组成, 两者不能通用。数字滤波器是

数字电视机的重要部件之一，对整机性能影响较大，因而对它要求高，价格较贵。

(4) 数字电视机出了故障时，分析过程比模拟电视机困难，用一般的手段难以判断故障是发生在数字部分还是模拟部分。如果是发生在数字部分，往往就需要用有关数字仪器来检修。

第二章 数控电视

2.1 引言

电视的数字控制是与计算机分不开的，然而也不可能将整个的计算机放于电视机中。1975年前后，单片机问世了，从此开始了电视机中使用微机的研究。当时这种研究主要集中在电视机使用参数的控制上，如自动选台、遥控选台、亮度、对比度、色饱和度、色调、音量、音调等等，这就是数控电视。第一台数控电视机于1977年出现在国际无线电展览会上。

数控电视机中被控制的参数虽然很多，但都是以控制电子选台为中心。电子选台是半导体技术发展的结果，它与机械选台相比，寿命长，可靠性高，操作方便，便于小型化。因此彩色电视机中都是采用电子选台方式。

电子选台的基本控制方式是电位器控制(预置方式)。这种控制方式是通过电位器改变加在本振变容二极管上的电压，使之达到预定的电台频率，使用时只需按下按钮，便出现预选电台，这是大家所熟知的。

电子选台的更高级控制方式，就是微机控制。其中包括电压合成方式(频率跟踪)、频率合成方式(相位跟踪)和组件式。

本章除介绍这三种微机控制的电子调谐系统外，还有电视机的红外遥控原理和调谐器单片机控制的实施方案。

2.2 电压合成方式电子选台系统

一、系统工作原理

电压合成方式电子选台不同于电子选台的预置方式，它不使用电位器，而是代之以D/A变换器，把数字化的频段和调谐电压写入外部存贮器(RAM)中。通过微机把频段调谐电路与外部存贮器相接，微机读出调谐数据，送给频段转换电路，再经D/A转换器和低通滤波器送给变容二极管，便实现了电压合成方式电子选台。

图2-1示出了电压合成方式电子选台系统的原理框图。

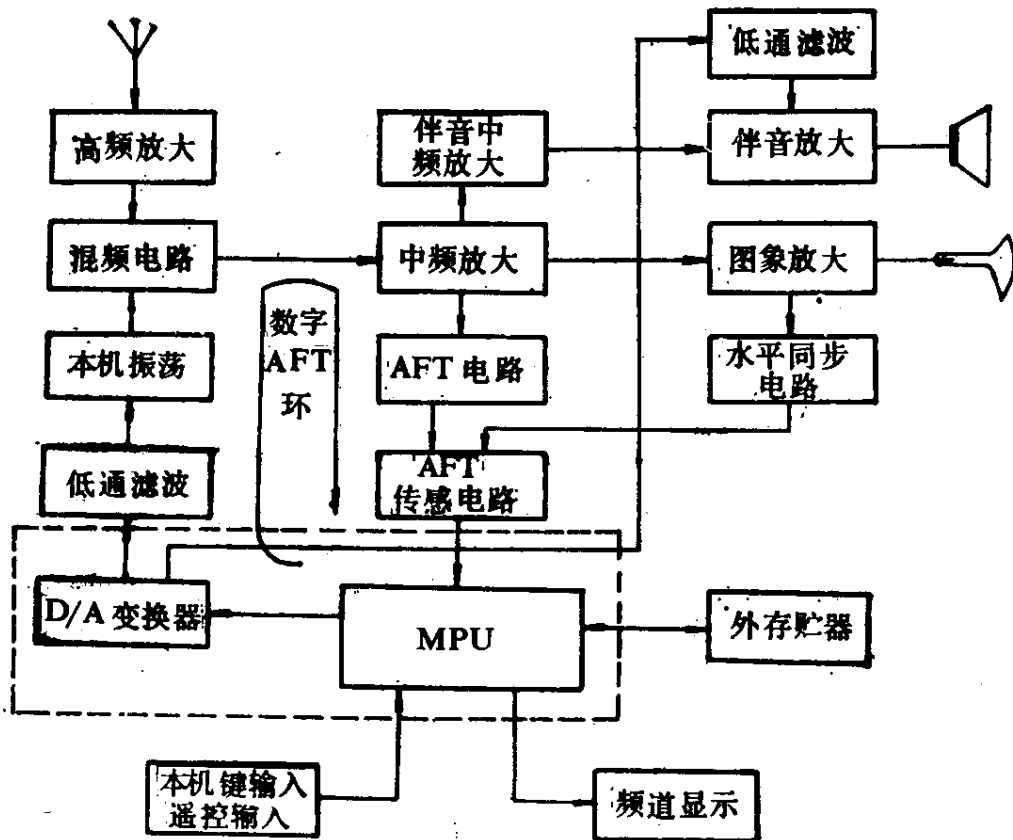


图2-1 电压合成方式电子选台系统的结构