

高等院校通信与信息专业规划教材

# 数字电视原理

卢官明 宗 昉 编著



机械工业出版社

本书使用通俗易懂的语言,系统全面地介绍了数字电视的基础理论、系统组成、关键技术及各种业务。全书共分12章,主要介绍了彩色电视基础知识、数字电视信号的产生及非线性编辑、数字音频/视频压缩编码的基本原理及相关标准、数字电视传输标准、条件接收系统的组成及工作原理、数字电视机顶盒及中间件技术、交互电视系统平台和视频点播系统、数据广播以及各种显示技术的工作原理、发展现状及趋势。每章都附有习题,以指导读者加深对本书主要内容的理解。

本书注重选材,内容丰富,层次分明。在加强基本概念、基本原理的同时,着重讲述了最新的技术成果,反映了本学科的发展前沿和趋势。

本书可作为高等院校广播电视、电子信息和通信类专业的本科生教材,也可供从事相关领域的工程技术人员和技术管理人员阅读参考。

## 图书在版编目(CIP)数据

数字电视原理 /卢官明,宗昉编著. —北京:机械工业出版社,2004.1  
高等院校通信与信息专业规划教材  
ISBN 7-111-13244-0

I. 数... II. ①卢... ②宗... III. 数字电视—高等学校—教材  
IV. TN949.197

中国版本图书馆CIP数据核字(2003)第096394号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码 100037)

策 划:胡毓坚

责任编辑:孙 业

责任印制:

·新华书店北京发行所发行

2004年1月第1版·第1次印刷

787mm×1092mm  $\frac{1}{16}$ ·20.25印张·496千字

0 001—5 000册

定价: 元

凡购本图书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

本社购书热线电话:(010) 68993821、88379646

封面无防伪标均为盗版

# 高等院校

## 通信与信息专业规划教材编委会名单

(按姓氏笔画排序)

编委员会主任	乐光新		
编委会副主任	张文军	张思东	杨海平
	陈瑞藻	徐澄圻	
编委会委员	王金龙	冯正和	刘增基
	李少洪	邹家禄	吴镇扬
	赵尔沅	南利平	徐惠民
	彭启琮	解月珍	
秘书长	胡毓坚		
副秘书长	许晔峰		

# 出版说明

为了培养 21 世纪国家和社会急需的通信与信息领域的高级科技人才,为了配合高等院校通信与信息专业的教学改革和教材建设,机械工业出版社会同全国在通信与信息领域具有雄厚师资和技术力量的高等院校,组成阵容强大的编委会,组织长期从事教学的骨干教师编写了这套面向普通高等院校的通信与信息专业规划教材,并且将陆续出版。

这套教材将力求做到:专业基础课教材概念清晰、理论准确、深度合理,并注意与专业课教学的衔接;专业课教材覆盖面广、深度适中,不仅体现相关领域的最新进展,而且注重理论联系实际。

这套教材的选题是开放式的。随着现代通信与信息技术日新月异地发展,我们将不断更新和补充选题,使这套教材及时反映通信与信息领域的新发展和新技术。我们也欢迎在教学第一线有丰富教学经验的教师及通信与信息领域的科技人员积极参与这项工作。

由于通信与信息技术发展迅速而且涉及领域非常宽,这套教材的选题和编审难免有缺点和不足之处,诚恳希望各位老师和同学提出宝贵意见,以利于今后不断改进。

机械工业出版社  
高等院校通信与信息专业规划教材编委会

# 前 言

为了迎接数字电视时代的到来,帮助高校学生、工程技术人员和技术管理人员掌握数字电视的理论基础,了解相关技术领域的新成就和发展动向,编者结合近年来的教学和科研工作,特编写了本书。

本书可作为高等院校广播电视、电子信息和通信类专业的本科生教材使用,也可供从事相关领域的工程技术人员和技术管理人员阅读参考。

本教材的参考学时数为64。在进行不同专业或不同层次的教学安排时,应根据实际情况进行相应的学时调整和内容取舍。

本教材共分12章,第1章讲述了数字电视的概念、特点、系统组成、关键技术及国内外发展状况;第2章讲述了彩色电视基础知识,主要介绍了光的特性与度量、色度学、人眼视觉特性以及电视图像的传送原理与基本参量等内容;第3章讲述了数字电视信号的产生及非线性编辑;第4章讲述了数字视频压缩编码的基本原理和目前常用的几种编码方法;第5章介绍了音频压缩编码原理以及MPEG-1/2/4和AC-3音频压缩编码标准;第6章介绍了JPEG、JPEG2000、MPEG-1/2/4/7标准及其在数字电视中的应用;第7章介绍了DVB-C、DVB-S、DVB-T传输标准以及清华大学提出的地面数字多媒体广播系统(DMB-T)方案;第8章讲述了条件接收系统的组成及工作原理;第9章讲述了数字电视机顶盒及中间件技术,较详细地介绍了中间件标准——DVB-MHP;第10章讲述了交互电视系统平台和视频点播系统的组成、各种宽带接入技术和DSM-CC协议;第11章介绍了DVB数据广播标准,中国数据广播平台的组成、特点以及可提供的业务等;第12章介绍了大屏幕显示技术,包括CRT、LCD、DLP、D-ILA以及PDP等技术的工作原理、发展现状及趋势。每章都附有习题,以指导读者加深对本书主要内容的理解。

本书的编著力图体现以下特点:

1) 充分吸收新理论、新技术、新标准、新成果,反映本学科的发展前沿和趋势。

2) 注重理论与实际应用相结合,系统全面地介绍数字电视的基础理论、系统组成、关键技术及各种业务。

3) 通俗易懂,可读性强,条理清晰,层次分明,论述上注重物理概念和基本原理,尽量避免繁琐的数学推导。

在本书的编著过程中,参考和引用了前人的研究成果、著作和论文,具体出处见参考文献。在此,向这些文献的著作者表示敬意和感谢!此外,本书的出版,还得到了东南大学副校长邹采荣教授、信息处理与应用工程研究中心于东海、赵力教授的大力支持和帮助,在此表示衷心的感谢!

本书除第9章由宗昉编写外,其余各章由卢官明编写,全书由卢官明统稿。

由于数字电视系统涉及面广,相关技术的发展日新月异,因而在内容的选取和安排等方面难免存在不妥之处和错误,敬请读者批评指正,提出宝贵意见和建议。

# 第 1 章 绪 论

## 1.1 数字电视和高清晰度电视的概念

数字电视(DTV, Digital Television)是从模拟电视发展过来的,虽继承了原有命名,但其内涵已远远超过电视本身。数字电视是指一个从节目摄制、制作、编辑、存储、发射、传输,到信号接收、处理、显示等全过程完全数字化的电视系统。具体来讲,数字电视采用数字摄像机、数字录像机等数字设备完成节目的制作、编辑和存储,电视台发射传输和电视接收机接收到的信号均为数字信号,电视接收机内部则采用数字信号处理技术来实现多种新的功能。数字电视广播的最大特点是电视信号是以数字形式进行广播的,其制式与模拟电视广播制式有着本质的不同。值得指出的是,20世纪90年代市场上大肆炒作的“数码彩电”是在现有模拟电视广播制式下,只是在接收机内部的电路设计、信号处理中使用了一些数字技术,将接收的模拟电视信号部分地进行了数字化处理,目的是为了改进和提高现有彩电的图像及伴音质量,并增加如多视窗、画中画、画外画、视窗放大、倍行等一些功能,但画面清晰度无法与数字电视相比。“数码彩电”既不能接收数字电视信号,也不能按数字电视显示格式显示图像。它不是真正意义上的“数字电视”接收机,本质上仍然是模拟电视。

数字电视的真正意义在于,数字电视广播系统将成为一个数字信号传输平台,不仅使整个广播电视节目制作和传输质量得到显著改善,信道资源利用率大大提高,还可以提供其他增值业务,如数据广播、电视购物、电子商务、软件下载、视频点播等,使传统的广播电视媒体从形态、内容到服务方式发生革命性的改变,为“三网融合”提供了技术上的可能性。随着数字电视走入消费市场,将带动一系列相关产业的高速发展。数字电视技术的发展将诱发整个广播电视产业链的深刻变革,它已经被各国视为信息时代的一项“战略技术”。从某种意义上来说,数字电视将影响着国家产业结构的升级与发展。

高清晰度电视(HDTV, High Definition Television)是一种电视业务,原CCIR(国际无线电咨询委员会,现改名为ITU-R)给高清晰度电视下的定义是:“高清晰度电视是一个透明的系统,一个视力正常的观众在观看距离为显示屏高度的3倍处所看到的图像的清晰程度,与观看原始景物或表演的感觉相同”。图像质量的视觉效果可达到或接近35mm宽银幕电影的水平。高清晰度电视具有以下鲜明的特点:

- 1) 图像清晰度在水平和垂直方向上均是常规电视的2倍以上。
- 2) 扩大了彩色重显范围,使色彩更加逼真,还原效果好。
- 3) 具有大屏幕显示器,画面幅型比(宽高比)从常规电视的4:3变为16:9,符合人眼的视觉特性。
- 4) 配有高保真、多声道环绕立体声。

从高清晰度电视的发展过程来看,高清晰度电视有模拟高清晰度电视及数字高清晰度电视。但全数字化是各国电视发展的趋势,因而现在一般所说的HDTV应该特指数字高清晰度

电视。

从清晰度的角度来说,数字电视的业务包括数字高清晰度电视(HDTV)、数字标准清晰度电视(SDTV, Standard Definition Television)和数字低清晰度电视(LDTV, Low Definition Television)。三者的区别主要在于图像质量和信号传输时所占信道带宽的不同。从视觉效果来看, HDTV的图像质量可达到或接近35mm宽银幕电影的水平,显示图像分辨率达 $1920 \times 1080$ 幅型比为16:9,适合大屏幕观看;SDTV的图像质量相当于演播室水平,显示图像分辨率为 $720 \times 576$ (PAL制)或 $720 \times 480$ (NTSC制),这是一种普及型数字电视,成本较低,具备数字电视的各种优点;LDTV对应于现有VCD的图像分辨率。

## 1.2 数字电视的优点

和传统的模拟电视相比,数字电视有下列显著优点:

- 1) 采用数字传输技术,可提高信号的传输质量,不会产生噪声累积,信号抗干扰能力大大增强,收视质量高。
- 2) 彩色逼真,无串色,不会产生信号的非线性和相位失真的累积。
- 3) 可实现不同分辨率等级(标准清晰度、高清晰度)的接收,适合大屏幕及各种显示器;
- 4) 可移动接收,无重影。
- 5) 可实现5.1路数字环绕立体声,同时还有多语种功能,收看一个节目可以选择不同语种。
- 6) 增加节目频道,减少传输成本。

以地面广播而言,数字电视可以启用模拟制的禁用频道(指在现行频谱分配规划中,由于考虑到同频道、相邻频道之间的干扰等问题而不能使用的频道),而且在今后能够采用“单频网络”(Single Frequency Network, SFN)技术。例如,1套电视节目仅占用同1个数字电视频道而覆盖全国。此外,利用数字音频/视频压缩技术,可以在现有的1个模拟电视频道中传送4~6路标准清晰度的电视节目或1路HDTV节目,因而在不增加带宽的情况下,用数字传输方式可大大节省因增加电视节目频道而需要的传输成本,提高经济效益。

7) 易于实现加密/解密和加扰/解扰处理,便于开展各类有条件接收的收费业务,使电视的个性化服务和特殊服务在实际中得以方便实现,这是数字电视的重要增值点,也是数字电视得以快速滚动式发展的基础。

8) 采用数字技术可大大改善电视节目的保存质量和复制质量,理论上可进行无数次复制和长期保存。

9) 利用数字处理技术产生各种眼花缭乱的特技形式,增强了节目的艺术效果和视觉冲击力,使节目的娱乐性和观赏性大大增强。

10) 数字电视广播改变了观众收看电视节目的形式,从被动地收看到主动地准交互(本地交互)、交互地收看。

11) 数字技术的灵活性,使数字电视广播除了能够广播电视节目外,还可以提供其他形式的多种信息服务,如数据广播、电子节目指南等;可以与计算机、通信技术融合,开辟走向信息高速公路和多媒体通信的未来之路,拓展了电视媒体产业的市场广度和深度。

## 1.3 数字电视系统的关键技术

数字电视是一个大系统,从横向来说,数字电视广播是从节目制作(编辑)→数字信号处理→广播(传输)→接收→显示的端到端的系统问题;从纵向来说,是从物理层传输协议→中间件标准→信息表示→信息使用→内容保护的一系列系统问题。目前用于数字电视节目制作的设备主要有:数字摄像机、数字录像机、数字特技机、数字编辑机、数字字幕机和非线性编辑系统等;用于数字信号处理的技术有:压缩编码和解码技术、数据加扰和解扰、加密和解密技术等;信号传输的方式有:地面无线传输、有线(光缆)传输、卫星广播等;用于显示的设备有:阴极射线管显示器(CRT)、液晶显示器(LCD)、等离子体显示器(PDP)、投影显示(包括前投、背投)等。

数字电视系统的结构框图如图 1-1 所示。

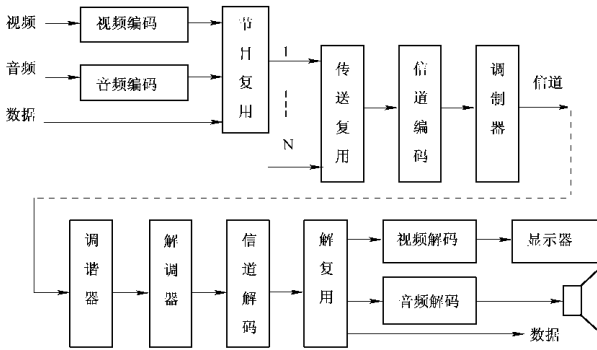


图 1-1 数字电视系统的结构框图

其中信源编/解码、传送复用、信道编/解码、调制/解调、中间件、条件接收以及大屏幕显示技术是数字电视系统的技术核心。

### 1.3.1 数字电视的信源编解码

信源编解码技术包括视频压缩编解码技术及音频压缩编解码技术。无论是 HDTV, 还是标准清晰度电视, 未压缩的数字电视信号都具有很高的数据率。为了能在有限的频带内传送电视节目, 必须对电视信号进行压缩处理。

在数字电视的视频压缩编解码标准方面, 国际上统一采用了 MPEG-2 标准。在音频编码方面, 欧洲、日本采用了 MPEG-2 标准, 美国采纳了杜比公司的 AC-3 方案, MPEG-2 为备用方案。

### 1.3.2 数字电视的传送复用

从发送端信息的流向来看, 复用器把音频、视频、辅助数据的码流通过一个打包器打包(这是通俗的说法, 其实是数据分组), 然后再复合成单路串行的传输比特流, 送给信道编码器及调

制器。接受端与此过程正好相反。目前网络通信的数据都是按一定格式打包传输的。电视节目数据的打包将使其具备了可扩展性、分级性、交互性的基础。在数字电视的传送复用标准方面,国际上也统一采用 MPEG-2 标准。

### 1.3.3 信道编解码及调制解调

经过信源编码和系统复用后生成的节目传送码流,通常需要通过某种传输媒介才能到达用户接收机。传输媒介可以是广播电视系统(如地面电视广播系统、卫星电视广播系统或有线电视广播系统),也可以是电信网络系统,或存储媒介(如磁盘、光盘等),这些传输媒介统称为传输信道。通常情况下,编码码流是不能或不适合直接通过传输信道进行传输的,必须经过某种处理,使之变成适合在规定信道中传输的形式。在通信原理上,这种处理称为信道编码与调制。

任何信号经过任何媒质传输都会产生失真,这些失真导致数字信号在传输过程中的误码。为了克服传输过程中的误码,针对不同的传输媒质,必须设计不同的信道编码方案和调制方案。数字电视信道编解码及调制解调的目的是通过纠错编码、网格编码、均衡等技术提高信号的抗干扰能力,通过调制把传输信号放在载波上,为发射做好准备。目前所说的各国数字电视的制式标准不能统一,主要是指纠错、均衡等技术不同,带宽的不同,尤其是调制方式的不同。

数字电视广播信道编码及调制标准规定了经信源编码和复用后在向卫星、有线电视、地面等传输媒介发送前所需要进行的处理,包括从复用器之后到最终用户的接收机之间的整个系统,它是数字电视广播系统的重要标准,直接关系到数字电视广播事业和民族产业的发展问题。

对于卫星数字电视广播,国际上普遍采用可靠性强的四相相移键控(QPSK)调制方式;对于有线数字电视广播,美国采用 16-VSB(16-level Vestigial Side Band modulation,16 电平残留边带调制)方式,欧洲和我国采用 QAM(Quadrature Amplitude Modulation,正交调幅)方式;对于地面数字电视广播,美国采用 8-VSB 方式,欧洲采用 COFDM(Coded Orthogonal Frequency Division Multiplex,编码正交频分复用)调制方式,日本采用改进的 COFDM 调制方式,我国的地面数字电视广播系统信道编码及调制规范正在制定之中,预计在 2003 年底之前确定。

### 1.3.4 软件平台——中间件

数字电视接收机(或数字电视机顶盒)的硬件功能主要是对接收的射频信号进行信道解码、解调、MPEG-2 码流解码及模拟音视频信号的输出。而电视内容的显示,EPG 节目信息及操作界面等都依赖软件技术来实现,缺少软件系统更无法在数字电视平台上开展交互电视等其他增强型电视业务,所以,在数字电视系统中,软件技术有非常重要的作用。中间件(Middleware)是一种将应用程序与底层的实时操作系统、硬件实现的技术细节隔离开来的软件环境,支持跨硬件平台和跨操作系统的软件运行,使应用不依赖于特定的硬件平台和实时操作系统。它通常由各种虚拟机构成,如个人 Java 虚拟机,JavaScript 虚拟机,HTML 虚拟机等。中间件的作用是使机顶盒基本的和通用的功能以应用程序接口 API 的形式提供给机顶盒生产厂家,以实现数字电视交互功能的标准化,同时使业务项目(以应用程序的形式通过传输信道)下载到用户机顶盒的数据量减小到最低限度。

### 1.3.5 条件接收

条件接收(CA, Conditional Access)是指这样一种技术手段,它只允许已付费的授权用户使用某一业务,未经授权的用户不能使用这一业务。条件接收系统是数字电视广播实行收费所必需的技术保障。条件接收系统必须要解决以下两个问题:即如何阻止用户接收那些未经授权的节目和如何从用户处收费。在广播电视系统中,在发送端对节目进行加扰,在接收端对用户进行寻址控制和授权解扰是解决这两个问题的基本途径。条件接收系统是一个综合性的系统,集成了数据加扰和解扰、加密和解密、智能卡等技术,同时也涉及到用户管理、节目管理、收费管理等信息应用管理技术,能实现各项数字电视广播业务的授权管理和接收控制。

### 1.3.6 大屏幕显示

显示器是最终体现数字电视效果或魅力的产品。尽管 HDTV 对显示技术提出了很高的要求,但目前已有多种技术能够满足 HDTV 显示的需要。其中包括阴极射线管(CRT)显示器、液晶显示器(LCD)、等离子体显示器(PDP)、投影显示(包括前投、背投)等。关键的问题是如何降低产品的造价,以可接受的价格进入家庭。

## 1.4 国外数字电视及其标准化状况

数字电视给广播电视带来了新的活力,在市场经济中又给广播电视开展增值业务提供了较好的手段。数字电视不仅拉动制造业,促进信息化发展,而且为广播电视的持续发展提供了极大的空间。数字电视被各国视为新世纪的战略技术,新的经济增长点。世界各国都在大力研究开发数字电视,纷纷制定各自的发展规划和推进政策。

到目前为止,国际上已经形成了欧洲的数字视频广播(DVB)、美国的高级电视制式(ATSC)、日本的综合业务数字广播(ISDB)三大标准制式共存的局面。

日本是最早提出并且开展 HDTV 研究的国家。1984 年推出了世界上第一个模拟 HDTV 系统方案——MUSE(Multiple Sub-Nyquist Sampling Encoding,多重亚奈奎斯特采样编码)。1988 年通过卫星播出模拟 HDTV,成功地对汉城奥运会进行实况转播。欧洲 HDTV 系统计划方案始于 1986 年下半年,这就是尤里卡 95(EUREKA-95)计划,提出了以 MAC(Multiplexed Analogue Component,复用模拟分量)制为基础的 HDTV 方案——HD-MAC。HD-MAC 的传输系统仍然采用了模拟调频技术,通过卫星进行广播。20 世纪 80 年代中期以后,数字通信技术得到了迅猛发展和日益广泛的应用,在越来越多的应用领域取代了模拟通信技术。这一变化也深刻影响到 HDTV 传输系统的发展。突破性的进展发生在 90 年代初,由美国联邦通信委员会(Federal Communications Committee, FCC)组建的高级电视业务顾问委员会(ACATS)对当时提交的 6 套 HDTV——在美国被称为“高级电视(Advanced Television, ATV)”系统进行了测试和比较。在这 6 套系统中,有包括日本 MUSE 制在内的 2 套模拟传输系统,以及 4 套数字传输系统。从 1993 年 ACATS 公布的测试结果来看,4 套数字传输系统的性能均明显优于模拟传输系统。从此,全数字式的数字电视及 HDTV 得到了迅猛发展,各国纷纷提出了各自的系统方案。

美国在 1993 年 ACATS 所测试的 4 套全数字 ATV 系统的基础上,于 1993 年 5 月成立了

由4套系统的开发者共同组成的HDTV“大联盟(Grand Alliance,GA)”。FCC希望集各家所长,制定一个统一的美国HDTV标准。1995年11月,GA系统方案被ACATS正式提交给美国联邦通信委员会(FCC),方案规定其传输系统以地面广播为主要传输方式,采用8-VSB调制技术;以有线电视(CATV)为辅助传输方式,采用16-VSB调制技术。1996年12月24日,FCC批准美国高级电视制式委员会(ATSC)数字电视规范的主要内容为国家下一代广播电视的标准,从此ATSC标准在美国被正式采用。之后,美国经过了充分的工业准备,包括芯片设计、广播和接收设备生产、试播台建立,到1998年11月,11家电视台同时开始地面HDTV广播。目前,美国一共有2806个注册的广播电视台,其中约有10%已开始数字电视或HDTV广播。

ATSC数字电视标准包括HDTV、SDTV、数据广播、多声道环绕立体声和卫星直播等。其特点是强调覆盖范围和数据容量,并且侧重于数字电视地面广播。

在欧洲,HD-MAC虽然在1992年的巴塞罗那奥运会上被试用,但随着美国数字HDTV的迅速发展,欧盟最终放弃了HD-MAC而致力于数字视频广播(Digital Video Broadcasting, DVB)的研究。DVB组织发布了一系列标准,内容涵盖了数字电视广播的各个方面。欧洲预定于2010年全面实现数字电视。

随着美国HDTV的提出及欧洲宣布停止开发HD-MAC电视,日本政府于1994年宣布不推广MUSE系统,并致力于开发本国标准的数字电视系统,提出了综合业务数字广播(ISDB)项目,目标是把各种信息集中到同一个信道中广播。这些信息包括:活动和静止图像、声音、文字和各种数据。ISDB能开展不同的新服务,灵活地将不同业务的数据复用起来,还具有与通信网和计算机系统的交互性。1999年5月,日本向ITU-R提交了ISDB-T标准草案建议书,并被ITU-R定为可供研究的标准。从2000年12月开始通过BS-4b卫星播出HDTV,计划在2003年开展地面数字电视广播。

阿根廷、新加坡、澳大利亚和加拿大等国以选用标准为主。他们在选用标准之前,也进行了大量的试验、测试和比较工作,并将测试数据提供给ITU-R。目前澳大利亚、印度、巴西、新加坡等国结合本国的国情,确定选用欧洲的DVB地面数字电视广播标准。澳大利亚从2001年开始用1080/50i播出HDTV。加拿大、韩国、阿根廷和中国台湾省选用ATSC的地面数字电视广播标准。中国的台湾省、韩国已经选定1080/60i作为HDTV信号源标准。而ISDB-T除日本外还没有被其他国家所选用。

## 1.5 我国数字电视及其标准化状况

面对国际上以欧、美、日为首的发达国家加快广播电视数字化进程并积极进行全球推广的形势,我国政府十分重视数字电视的研究开发。1994年,国务院成立“HDTV协调小组”和“HDTV总体组”,任命“HDTV专家组”,分别组织了HDTV战略研究。1996年,国家科委将“高清晰度电视功能样机的研究”列为“九五”国家重大科技产业工程项目。1998年6月我国第一台完全自主开发的高清晰度电视功能样机系统试验成功,并于同年9月通过中央电视台塔进行HDTV节目的地面广播和演示实验,为我国的HDTV系统研究开发奠定了坚实的基础。1999年初,国务院批准设立“数字高清晰度电视研究开发与产业化专项”,成立专项领导小组、协调小组及其办公室。办公室设在国家计委高技术司,主抓数字电视广播及产业化专项工作。

1999年10月1日,用国内研制开发的第二代HDTV功能样机系统,在国庆50周年的庆典中,成功进行了HDTV的实况转播试验。

为推动我国数字电视产业的快速发展,国家计委决定2003年继续组织实施数字电视研究开发及产业化专项。继续实施这一专项主要是为了加快制定地面数字电视标准,尽可能利用自主开发的技术、设备和系统,积极开展数字电视试验和试播,制作数字电视节目内容,为启动国内数字电视市场做好准备。从长远发展和国际竞争的需要出发,鼓励具有自主知识产权的数字电视技术和产品产业化,重点发展数字电视配套元器件、关键产品和专用软件,优先支持数字电视重大创新项目,形成具有一定自主知识产权和产业优势的数字电视制造业体系。

2003年专项重点包括三大类:

- 数字电视终端产品和关键元器件开发与产业化项目;
- 数字电视信道传输设备开发及产业化项目;
- 数字电视应用支撑系统产业化项目。

具体项目包括:

- 数字电视终端产品和关键元器件及软件;
- 信源编码器及复用器;
- 信道调制器及发射机;
- 电子节目指南制作与播出系统;
- 数字电视演播室设备等。

我国在广播电视数字化进程中所作的工作主要表现在以下几个方面。

#### 1. 数字(高清晰度)电视影视节目制作、播出的数字化与网络化

数字电视、HDTV节目制作是数字电视发展的基础,也是一项崭新的技术。发展HDTV,节目是龙头。观众感兴趣的是节目的内容、质量,而不是采用什么技术。电台、电视台作为节目的生产者,拥有大量的音频、视频节目以及相关的素材资料,形成了庞大的媒体资产。目前,仅中央电视台就有节目20多万小时、电影1000多部。电影系统拥有5000多部故事片及大量科教片和美术片。中央人民广播电台也保存着几十年来留存下来的广播节目和素材。这是一笔不可复得的、极为宝贵的资产和财富。如何盘活、利用和管理好广播影视系统的媒体资产是全系统今后开展多种业务、开拓新的经济增长点的关键。目前,全国许多电台、电视台在媒体资产管理方面都做了大量工作,中央电视台投入巨资建立了具有国际先进水平的媒体资产管理系统;上海文广集团投入2500万元专项经费优先建立了媒体资产管理系统,为上海数字广播电视节目内容产业的形成打下良好的基础。

目前,国家广播电影电视总局正在组织制定全国统一的节目库编目、检索格式标准,加快构建不同层次、不同类别的节目数据库;以2008年奥运会转播为契机,建设HDTV(HDTV)节目制作示范工程中心;同时,完善数字电影工作站;在这个基础上建立全国广播影视节目平台,形成广播影视的媒体资源优势。

加快电台、电视台的数字化、网络化是推进媒体资产管理的重要手段。到2001年底,中央电视台基本完成了从模拟到数字的过渡,实现了节目采集、制作、播出、传输和新闻回传的全面数字化。我国省级电视台在数字化、网络化进程方面也取得了可喜的进展。

总的来说,无论是从技术发展的历程还是各电视台的实践来看,电视台数字化、网络化的进程可以分为4个阶段:

- 1) 单机及设备的数字化,如采用数字录像机、数字磁带、数字演播室、非线性编辑单机等。
- 2) 电视台的局部网络化,如采用非线性制作网、新闻网、制播一体网等。
- 3) 电视台内部的全网络化,即以媒体资产管理为核心,将制作、播出、存储连为一体的制、播、存一体化网络贯穿电视台整个业务流程。
- 4) 通过广域网实现台际联网,形成电视台之间资源共享和将广电资源向社会公众有条件开放的网络。

目前,国内电视台数字化、网络化的发展已经基本上实现了局部网络化,正在向全台网络化阶段迈进。

## 2. 数字电视的试播

我国最早投入使用的数字电视系统是中央电视台1995年开播的加密卫星频道。1996年以后,省级电视台开始逐步使用数字压缩技术进行卫星电视节目的广播覆盖,一个卫星转发器可以转发5套电视节目,所使用的传输标准是DVB-S。1998年底,中国广播卫星公司已经建立起直播卫星试验平台,将中央电视台和各省市台的上星节目全部集中起来,通过一颗卫星上的4个转发器以数字方式向全国传送。这套系统已用于“村村通”工程。截止到目前,除四川(在建)、贵州省以外,其余各省市的上星节目已实现了数字化传输。我国将在2005年前,完成卫星传输由模拟向数字的平稳过渡。

在有线电视方面,2001年国家广播电影电视总局为落实广播影视科技“十五”计划,加快广播影视数字化进程,确定了我国数字电视广播从有线切入,先试验后推广的发展计划。

我国不同于美国、欧洲、澳大利亚等西方发达国家,城市人口居住相对集中,90%以上的人是通过有线电视收看电视节目,城市居民物质生活水平较高,这为发展数字电视创造了条件。同时,有线数字电视传输、条件接收系统等标准已经颁布实施,为有线数字电视试验提供了良好的技术标准支持。另外,全长37000多千米的国家广播电视光缆干线网的开通,为全国有线数字电视试验的开展创造了网络条件。

中央电视台投资一亿多元,完成了有线数字电视试验技术平台和节目平台的搭建。2001年全国九运会期间,由中央电视台提供的数字交互式体育节目信号,成功地通过国家光缆干线网以及部分省级干线网进入了参加试验的13个省(市)的本地有线网用户。它标志着中国有线数字电视试验工程的全面启动,正式拉开了中国数字电视广播的序幕。试验验证了我国有线数字电视技术体系、技术标准,探索了数字电视用户新的消费收视热点,为推动我国数字电视发展与产业化进程积累了大量宝贵的经验。在2002年的冬奥会、世界杯足球赛期间,中央电视台又在2001年试验的基础上,进一步改进和提高了交互式体育节目的制作水平,向广大球迷展示了数字电视的巨大魅力。据有关方面统计,2002年国内数字电视用户已经达到了10万户。按照规划,到2005年国内数字有线电视的用户应该达到3000万户,2003年的目标则是让用户增加到100万户。

为推动地面数字电视的发展,2000年6月,国家计委下文,正式确定我国建立北京、上海、深圳3个数字电视试验区,开展地面数字电视广播试验。2000年10月13日,在深圳第二届高新技术交易会和特区20周年成果展览会上,对HDTV总体组、清华大学、广播科学研究院3家单位研制的4套系统进行了HDTV广播试验。

国家广播电影电视总局积极组织国家数字电视系统测试实验室的建设工作。2000年组织完成了对美国、欧洲、日本3种地面数字电视制式的全面测试,建立了一套可供多种制式试

验、测试、验证的地面数字广播试验平台。2001年,受国家计委和国家质检总局的委托,全国广电标准委员会组织成立了我国地面数字电视传输系统标准测试组,对电子科技大学、HDTV总体组、清华大学、广播科学研究院四家单位提交的5套系统进行集中测试。这两次测试工作取得了大量可靠的测试资料和数据,对确定我国具有自主知识产权的地面数字电视传输系统标准将具有极大的推动作用。

2002年5月1日,上海开始在17辆920路公交车上进行地面数字电视广播移动接收试验。为了适应车上人群观看的特点,节目主要采用信息、新闻、专题等实时性、娱乐性强的节目,受到广大乘客的广泛关注。鉴于我国地面数字电视标准的出台预计还有一段时间,但移动接收的需求已经达到统一认识的现实,上海文广集团决定先采用DVB-T方式做试验,待我国标准确定后,在接收端更换一块解码模块即可完成标准转换。目前在公交车上开展试验,一方面可以拓展宣传阵地,调查需求,积累经验,培育市场;另一方面可以发现具体应用中存在的问题,如城市内高楼阻挡,单频网设置与规划,接收效果的改善等,为将来正式运营提供技术储备。

### 3. 数字电视标准的研究制定

由于广播电视行业的特殊性,数字电视广播标准的制定或选用工作显得尤为重要。这不但涉及到本国的社会制度、政治需要,还影响到本国经济的发展及相关产业的发展,故各国政府对此都以十分谨慎的态度来对待标准的制定。我国为此专门成立了数字(高清晰度)电视标准工作组,组织了系统内外40多位专家专门进行数字电视标准的研究制定。

数字电视标准包括两大部分:数字电视演播室参数标准和数字电视广播标准。

数字电视演播室参数标准规定了电视台演播室内数字电视节目制作和交换所需的视、音频基本参数值及接口规范,适用于数字电视设备及电视节目制作系统的设计、制造、验收、运营和维护。2000年6月,国家广播电影电视总局正式批准发布了10项演播室标准:

GB/T 14857——演播室数字电视编码参数规范

GB/T 17953——4:2:2数字分量图像信号的接口

GY/T 155——高清晰度电视节目制作及交换用视频参数值

GY/T 156——演播室数字音频参数

GY/T 157——演播室高清晰度电视数字视频信号接口

GY/T 159——4:4:4数字分量视频信号接口

GY/T 160——演播室数字电视辅助数据信号格式

GY/T 161——数字电视附属数据空间内数字音频和辅助数据的传输规范

GY/T 162——高清晰度电视串行接口中作为附属数据信号的24bit数字音频格式

GY/T 164——演播室串行数字光纤传输系统

数字电视广播标准涉及到视频、音频压缩编码及传送复用、信道编码与调制、频率规划、条件接收系统以及与数字电视广播业务有关的其他标准。

#### (1) 视频、音频压缩编码标准

数字电视广播最基本的业务是图像和声音的广播。视频、音频信号的压缩编码分别采用国际上通用的MPEG-2标准的视频和音频部分(ISO 13818-2和ISO 13818-3)相应的国家标准为GB/T 17975.2-2000——《信息技术——运动图像及其伴音信号的通用编码第2部分:视频》和GB/T 17975.3-2000——《信息技术——运动图像及其伴音信号的通用编码第3部分:

音频》。

## (2) 传送复用标准

数字电视广播的传送复用标准采用国际上通用的 MPEG-2 标准的系统部分(ISO 13818-1)相应的国家标准为 GB/T 17975.1-2000——《信息技术——运动图像及其伴音信号的通用编码第 1 部分 系统》

## (3) 信道编码与调制标准

数字电视广播的传输方式主要是地面无线广播、有线电视广播和卫星电视广播。针对 3 种不同媒体的传输特性,需制订不同的信道编码与调制标准。

根据国家数字电视发展计划的时间表,将在 2003 年底之前确定《地面数字电视广播系统信道编码与调制规范》。

《卫星数字电视广播系统信道编码与调制规范》已经以国家标准的形式发布,标准号为 GB/T 17700-1999。

《有线数字电视广播系统信道编码与调制规范》已经以行业标准的形式发布,标准号为 GY/T 170-2001。

## (4) 条件接收标准

《数字电视广播条件接收系统规范》是以行业标准化指导性技术文件的形式发布,相应的编号为 GY/Z 175-2001。

## (5) 与数字电视广播业务有关的其他标准

《数字电视广播业务信息(SI)规范》也以行业标准化指导性技术文件的形式发布,相应的编号为 GY/Z 174-2001。

正在制定的有以下标准:

- 电子节目指南(EPG)标准
- 综合业务机顶盒规范
- 中间件标准
- 数据广播标准
- 有线电视电缆调制解调器传输标准等

## 4. “十五”计划和 2010 年远景规划的制定

2000 年,国家广播电影电视总局组织系统内外众多专家,十易其稿,历时一年,编制完成了《广播影视科技“十五”计划和 2010 年远景规划》,并于 2001 年初颁布实施,这是今后 5 至 10 年指导我国广播影视科技发展的纲领性文件。“十五”计划可以概括为“两化”、“三系统”和“一平台”。“两化”指全面启动广播影视数字化,基本实现广播影视节目传输、交换网络化;“三系统”指建设强大的广播电视覆盖及实验系统、卫星数字传输与直播卫星系统、广播电视监测系统;“一平台”指建设数字广播影视节目平台,开展交互式业务。“两化”、“三系统”和“一平台”是“十五”期间广播影视系统的科技创新工程。

根据国家数字电视发展计划的时间表,2003 年正式在有线电视网上播出标准清晰度电视和高清电视,2003 年完成我国地面数字电视广播频率规划和标准制定,并计划地在一些重点城市进行标准清晰度电视和 HDTV 试验播出,2005 年正式播出,“十五”期间全面推进卫星数字电视传输,2005 年停止上星节目的模拟传送,2005 年,省级以上广播电台、电视台基本实现采、编、播数字化,节目传输、交换网络化,2008 年,在北京奥运会上,将向世界转播数字

高清晰度电视节目 2010 年我国广播电视全面实现数字化 2015 年停止模拟广播电视的播出 , 完成从模拟制式向数字化制式的过渡。

## 1.6 小结

本章介绍了数字电视、高清晰度电视的概念及数字电视的特点 , 概述了数字电视系统的组成、关键技术以及相关的标准 , 为本书后续章节的展开建立了一个整体的认识。

通过本章的学习 , 读者可以了解数字电视的基本内涵 , 发展数字电视的意义 , 以及我国数字电视发展的进程及规划。

## 1.7 习题

1. 什么是数字电视? 与模拟电视相比 , 有哪些特点? 发展数字电视的意义是什么?
2. 简述数字电视系统的组成及其关键技术。
3. 在数字电视业务中 , HDTV、SDTV 和 LDTV 各有什么异同点?
4. 我国广播影视科技“十五”计划的主要内容是什么?
5. 数字电视标准包括哪些?

## 第 2 章 彩色电视基础知识

彩色电视系统是利用光/电和电/光转换原理实现景物传送的,因此,彩色电视技术与光、人眼的视觉特性以及色度学有着密切的关系。本章首先介绍光的特性与度量、色度学和人眼视觉特性的有关知识,因为它们是学习电视传像技术的基础。然后,讲述电视扫描与同步原理,电视图像的基本参量等内容。最后,介绍现行的模拟兼容制彩色电视制式及其存在的缺陷。

### 2.1 光的特性与光源

#### 2.1.1 光的特性

光学和电磁场理论指出:光是一种电磁波,它具有波粒二象性——波动特性和微粒特性。电磁波包适无线电波、红外线、可见光、紫外线、X射线和宇宙射线等等,它们分别占据的频率范围如图 2-1 所示。其中人眼能看见的可见光谱只集中在  $3.85 \times 10^{14} \sim 7.89 \times 10^{14}$  Hz 的频段内,其波长范围在 380~780 nm 之间。此范围内的不同波长的光作用于人眼后引起的颜色感觉不同,按波长从长到短的顺序依次为红、橙、黄、绿、青、蓝、紫。

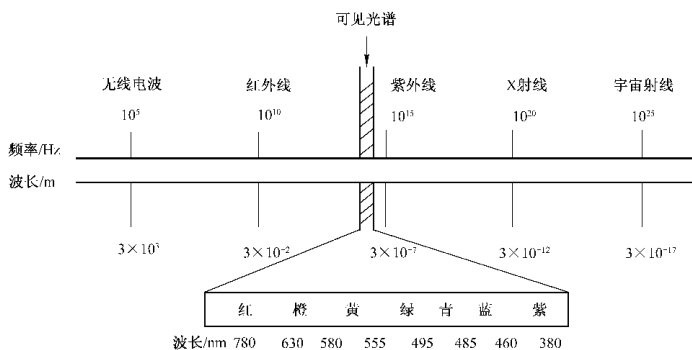


图 2-1 电磁辐射波谱

#### 2.1.2 标准白光源与色温

我们所说的物体颜色,是指该物体在太阳白光照射下,因反射(或透射)了可见光谱中的不同光谱成分而吸收其余部分,从而引起人眼的不同彩色感觉。因此,为了逼真地传送彩色,在电视技术中,常以白色光作为标准光源。

在近代照明技术中,统称为“白光”的光谱成分的分布并不相同。为了说明各种白光因光