



国家广播电影电视总局

广播电视工程技术  
职业教育规划教材

# 数字广播电视 技术基础

刘长年 李明 编著  
职新卫 刘江静

中国广播电视出版社

### 图书在版编目 (CIP) 数据

数字广播电视技术基础/刘长年等编著. —北京: 中国广播电视出版社, 2003.2

国家广播电影电视总局广播电视工程技术职业教育规划教材

ISBN 7-5043-4069-3

I. 数… II. 刘… III. ①数字广播—职业教育—教材②数字电视—职业教育—教材

IV. TN934.3②TN949.197

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 004032 号

### 数字广播电视技术基础

编 著:	刘长年 李 明 职新卫 刘江静
责任编辑:	王本玉
封面设计:	张一山
责任校对:	张莲芳
监 印:	戴存善
出版发行:	中国广播电视出版社
电 话:	86093580 86093583
社 址:	北京复外大街 2 号(邮政编码 100866)
经 销:	全国各地新华书店
印 刷:	廊坊人民印刷厂
装 订:	涿州市西何各庄新华装订厂
开 本:	787 毫米×1092 毫米 1/16
字 数:	360(千)字
印 张:	16.75
版 次:	2003 年 5 月第 1 版 2003 年 5 月第 1 次印刷
印 数:	5000 册
书 号:	ISBN 7-5043-4069-3/TN·283
定 价:	32.00 元

(版权所有 翻印必究·印装有误 负责调换)

# 序

在全面建设小康社会的新时期,我国广播电视事业的实力和水平要达到亚洲一流,进入世界前列。实现这一宏伟目标的技术依托和重要条件,就是加快发展以数字技术、网络技术为标志的广播电视高新技术,构建以数字技术、网络技术为基础的广播电视科技新体系。

广播电视是一个国家和地区文明进步的标志性窗口,是当今世界各个国家和地区普遍重视的一项事业。它作为最有效、最广泛、最有影响的主流媒体,主要是因为它具有很高的科技含量,不断用高新技术发展和提升自己,始终体现着先进的生产力。而目前开始的数字技术、网络技术在广播电视领域的推广、应用和发展,是广播电视事业发展史上的又一场重大革命。它必将引起传输系统、制作手段、运行体制、管理模式、服务方式等各个方面的重大变革。毋庸置疑,用数字技术、网络技术装备起来的广播电视,其制作与传输手段将更先进,服务质量和效率会更高,应对各种挑战的实力和能力会更强。广播电视事业发展和技术进步的这种必然的大趋势,无疑对广播电视教育和培训提出了新的更高的要求。因此,加快培养一大批懂得新技术、使用新技术、管理新技术的专业人才,是我们面临的一项重大而紧迫的任务。

为适应新时期、新任务对广播电视人才培养提出的新要求,我们组织编写了这套“国家广播电影电视总局广播电视工程技术职业教育规划教材”,共8本,构成了一套学科体系相对完整的系列教材。这8本书:《数字广播电视技术基础》、《数字音频广播与数字高清晰度电视》、《电视多媒体技术与应用》、《数字电视节目制作与播控技术》、《广播电视宽带网络技术》、《卫星数字广播电视技术》、《现代中短波广播发射机》、《信号与线性网络技术》。

这套教材的编写原则和指导思想是:紧密追随广播电视新技术的发展前沿,力求吸收其最新成果;紧密结合广播电视职业教育的人才培养目标 and 广播电视在职人员的岗位培训要求,力求贴近实际需要;在强化专业基础理论和实践教学的基础上,突出先进性、科学性、准确性和实用性,力求有所创新;遵循工科教学规律,贯彻理论联系实际和少而精的原则,力求言简意赅、通俗易懂;在体例上既适当保持各本教材的相对独立性,可分别单独使用,又兼顾相互间的有机结合与整体配套,力求构成比较完整、系统的广播电视工程技术的新课程体系。

这套教材是适合广播电视职业教育特点的专业教材。主要面向高、中等职业教育和普通专科教育,同时也适合广播电视工程技术人员、节目制作人员岗位培训的需要,适合相关影视、通信类专业公司人员学习和阅读。这是一套适用范围较广的规划教材。

这套教材是集体智慧的结晶。编委和编写人员的组成体现了产教结合和新老结合的

原则。他们有的是各广播电视学校中理论功底扎实、教学经验丰富的资深教师,有的是广播电视行业的专家、学者,有的是工程技术岗位上的专业骨干。本套教材的编写是经过了大纲审定会(2001年12月,厦门)和审稿、统稿会(2002年8月,成都),经过多次研讨审议、通力合作,历时两年余,终成这套实用性强的新技术工科教材。除本书已署名者外,还有吉林广播电视学校的王志俊老师、内蒙古广播电视学校的田伟老师、新疆广播电视学校的丁龙老师分别参加了部分大纲和文稿的审定。以上同志均以求真务实、严谨细致、一丝不苟、认真负责的精神,为之奉献了才智,付出了心血。我借此机会谨表深切的谢意!

这套教材的出版,无疑是广播电视职业教育和在职培训的一件有益之事。它将完善职业教育的工科教材体系,为提高教学质量提供保证,也为岗位培训和广大工程技术人员的学习提供凭借。但由于参编人员较多,成书时间又紧,难免存在内容交叉、体例不一、水平参差甚至个别差错等问题,诚恳希望读者批评指正。同时我们还要充分意识到,科学技术的进步日新月异,广播电视领域的新理论、新技术层出不穷。因此,我们必须继续跟踪科技发展的前沿,适时补充和完善本教材的内容,使其与时俱进,保持相对较长时期的应用价值。

刘爱清

2003年元月8日

(注:为本书作序者系国家广播电影电视总局人事教育司副司长)

# 前 言

众所周知,数字技术已广泛应用于广播电视各个领域,并在提高广播电视节目质量和改善播出效果方面显示出明显的优越性。与此同时,以数字技术为基础,具有雄厚技术实力的电话通信网、计算机互联网与广播电视网相互渗透、相互竞争的局面已更加明朗。本书的目的是为从事广播电视工作的技术人员提供一本实用性较强的通用教材。

全书共分6章:绪论、模拟信号数字化的基本原理、信源编码(视音频压缩编码)、信道编码、数字信号传输技术、多路传输与数字复接技术等。本书可根据课程设置的具体情况及教学要求的侧重点不同,灵活掌握、酌情选授。为了帮助读者对所学内容的理解 and 应用程度进行检查,每章后面均附有思考题及习题。本书第5章由李明编写,第3章由职新卫编写,第1、2章部分内容由刘江静编写,其余各章节由刘长年编写并统稿和定稿,全书的计算机录入和插图绘制工作由刘江静完成。

国家广播电影电视总局科技司郭炎生司长和科技处孙苏川处长对本书的编写给予了积极支持,并与北京广播学院李鉴增教授一起对本书的编写大纲提出了指导意见。北京广播学院王明臣教授在百忙中仔细审阅了全部书稿,提出了许多宝贵的意见和建议,在此特表示最诚挚的感谢。

国家广播电影电视总局人事教育司刘爱清副司长,中国广播电视出版社社长王敬松,中原工学院广播影视学院田大键院长以及参加国家广电总局教材规划审定厦门会议和成都会议的代表对本书的编写和出版给予了积极的支持和帮助,再次向他们表示衷心的感谢。

由于编写水平所限,书中难免有疏漏及错误,殷切希望读者批评指正,不胜感谢。

编 者

2002年5月

# 目 录

<b>第一章 绪论</b> .....	(1)
<b>第一节 广播电视系统概述</b> .....	(1)
一、模拟广播电视系统 .....	(2)
二、数字广播电视系统 .....	(2)
三、广播电视网 .....	(3)
<b>第二节 数字广播电视系统的主要性能指标</b> .....	(7)
一、常用术语和概念 .....	(8)
二、主要性能指标 .....	(10)
<b>第三节 通信网与宽带网络技术概述</b> .....	(12)
一、通信网的基本组成要素 .....	(12)
二、通信网的分类 .....	(13)
三、宽带网络技术概述 .....	(17)
思考题与习题(一) .....	(20)
<b>第二章 模拟信号数字化的基本原理</b> .....	(21)
<b>第一节 脉冲编码调制(PCM)概述</b> .....	(21)
一、取样(Sample) .....	(22)
二、量化(Quantization) .....	(23)
三、编码(Coding) .....	(24)
四、解码和滤波 .....	(26)
<b>第二节 取样与保持</b> .....	(26)
一、波形取样与样值信号的频谱 .....	(26)
二、取样定理及其应用条件 .....	(28)
三、取样保持 .....	(30)
<b>第三节 幅度量化</b> .....	(31)
一、均匀量化 .....	(31)
二、非均匀量化 .....	(34)
三、自适应量化概念 .....	(39)
四、NICAM-728 准瞬时压扩声音复用技术 .....	(40)
<b>第四节 编码器和解码器原理</b> .....	(44)
一、线性编码 .....	(44)

二、并行比较型编码器 .....	(45)
三、非线性编码和解码 .....	(46)
思考题与习题(二) .....	(49)
<b>第三章 信源编码</b> .....	<b>(51)</b>
<b>第一节 图像压缩编码概述</b> .....	<b>(52)</b>
一、电视图像信号编码的特点 .....	(52)
二、数字视频信号参数选择的依据 .....	(53)
三、常用图像压缩编码方式 .....	(55)
<b>第二节 预测编码</b> .....	<b>(56)</b>
一、差值脉冲编码调制(DPCM)的基本原理 .....	(56)
二、运动估值与运动补偿预测 .....	(58)
<b>第三节 变换编码</b> .....	<b>(65)</b>
一、正交变换压缩图像编码的物理概念 .....	(65)
二、离散沃尔什变换(DWT)和离散哈达码变换(DHT)概述 .....	(66)
三、离散余弦变换(DCT) .....	(68)
<b>第四节 熵编码</b> .....	<b>(72)</b>
一、熵的概念和编码效率 .....	(72)
二、霍夫曼编码方法 .....	(73)
<b>第五节 视频图像编码的国际标准</b> .....	<b>(75)</b>
一、面向静止图像的编码标准 JPEG .....	(75)
二、H.261 编码标准 .....	(76)
三、MPEG-1 .....	(78)
四、MPEG-2 .....	(81)
五、MPEG-4 和 MPEG-7 概述 .....	(86)
<b>第六节 数字音频压缩编码和 MPEG/音频层</b> .....	<b>(88)</b>
一、MPEG 音频编码 .....	(88)
二、MUSICAM 编码和解码 .....	(97)
三、杜比 AC-3 音频编码 .....	(100)
思考题与习题(三) .....	(102)
<b>第四章 信道编码</b> .....	<b>(104)</b>
<b>第一节 信道编码的基本概念</b> .....	<b>(104)</b>
一、信道编码的任务 .....	(104)
二、信道编码的基本原理 .....	(105)
三、差错类型和错误图样 .....	(106)
四、信道编码的纠检错能力 .....	(107)
五、常用的简单编码 .....	(109)



六、信道编码的分类 .....	(111)
<b>第二节 线性分组码</b> .....	(112)
一、线性分组码的基本概念 .....	(112)
二、线性分组码的编码原理 .....	(112)
三、线性分组码的解码和纠错 .....	(118)
四、线性分组码的纠错能力 .....	(118)
五、汉明码 .....	(119)
<b>第三节 循环码</b> .....	(121)
一、循环码概念和多项式表示 .....	(121)
二、循环码的编码、解码和纠错 .....	(123)
三、循环汉明码 .....	(128)
<b>第四节 BCH码和RS码</b> .....	(129)
一、BCH码的生成多项式和基本参数 .....	(129)
二、BCH码的编码 .....	(131)
三、BCH码解码和RS码纠错 .....	(132)
<b>第五节 卷积码</b> .....	(134)
一、卷积码的基本概念 .....	(134)
二、卷积码的生成序列和卷积码的子码 .....	(136)
三、卷积码编码的图解方法 .....	(138)
四、卷积码的解码 .....	(139)
<b>第六节 码元交织</b> .....	(144)
一、码元交织的基本原理 .....	(145)
二、交织器和解交织器 .....	(146)
思考题与习题(四) .....	(146)
<b>第五章 数字信号传输技术</b> .....	(149)
<b>第一节 数字信号的传输码型</b> .....	(150)
一、对数字基带信号码型的基本要求 .....	(150)
二、基本传输码型 .....	(151)
三、常用传输码型 .....	(152)
四、光纤数字传输系统的传输码型与5B6B码 .....	(155)
<b>第二节 扰码和解扰</b> .....	(155)
一、 $m$ 序列的产生 .....	(156)
二、 $m$ 序列的性质 .....	(159)
三、扰码与解码原理 .....	(160)
<b>第三节 数字信号的基带传输</b> .....	(161)
一、基带传输系统 .....	(161)
二、波形传输的无失真条件 .....	(162)

三、部分响应基带传输系统	(167)
四、均衡	(171)
五、眼图	(174)
<b>第四节 幅度键控和正交幅度调制(QAM)</b>	(176)
一、二进制振幅键控(2ASK)	(176)
二、抑制载波的双边带调制(DSB-SC)	(177)
三、残留边带调制(VSB)	(179)
四、正交幅度调制(QAM)	(181)
五、格状编码调制(TCM)	(188)
<b>第五节 数字调相</b>	(193)
一、相对码和码元的矢量表示	(193)
二、二相差分调相(2DPSK)信号的产生和解调	(196)
三、多相相位键控信号的正交特性	(197)
四、多相相位键控(MPSK)的调制和解调	(200)
<b>第六节 数字调频</b>	(205)
一、2FSK 频移键控信号的产生和解调	(205)
二、最小频移键控 MSK	(207)
<b>第七节 数字信号的再生中继</b>	(210)
一、再生中继系统的构成和基本功能	(210)
二、多次再生中继特性	(212)
<b>思考题与习题(五)</b>	(213)
<b>第六章 多路传输与数字复接技术</b>	(215)
<b>第一节 多路传输与多址传输</b>	(215)
一、信号分割的一般原理	(216)
二、频分多路传输(FDM)与波分复用(WDM)	(216)
三、正交频分复用(OFDM)	(218)
四、时分多路复用(TDM)	(222)
五、多址传输	(223)
<b>第二节 准同步数字复接</b>	(227)
一、准同步复接方式的数字系列(PDH)	(227)
二、数字多路复接系统	(228)
三、复接方法	(229)
四、PDH 传输的局限性	(234)
<b>第三节 同步数字系列(SDH)</b>	(235)
一、SDH 传输网的基本特点	(235)
二、SDH 的网络节点接口和接口速率帧结构	(236)
三、SDH 的复用映射结构	(239)

## 目 录

---

思考题与习题(六).....	(244)
附表 1 .....	(245)
附表 2 .....	(245)
附表 3 .....	(246)
习题答案.....	(248)
主要参考文献.....	(251)

# 第一章 绪 论

## 本章内容提要

- ◎ 广播电视网的数字传输系统概述
- ◎ 数字广播电视系统的主要性能指标
- ◎ 通信网与宽带网络技术概述

21 世纪是一个以知识经济占主导地位的新时代，是信息技术更加发达的时代。随着科学技术的发展，信息的传播正以传统的报纸、书籍、图片和照片等方式向电子和网络形态发展，这一转变的重要标志就是数字化。各种文字、图像和数据信息经数字化处理后变成统一的符号在网络中快速传输、周转和扩展。因此，从某种意义上说，我们已经生存在一种数字信息空间中，尽管在收发两端表象仍然是文字、声音和图像，但实际上是存在于数字信息传输和存储空间中的同一种形态。

信息传输的电子媒体目前主要有通信网、广播电视网和计算机网三种形式。通信网以电话网为基础逐步发展起来，且最早实现数字化，是一种全双向、流量对称的结构。计算机网络发展很快，初期主要是局域网，远程网是在国际互联网大规模发展后才迅速进入平常百姓家庭，且目前主要依赖于电话网。广播电视网的数字化是近几年的事，由于其带宽比电话双绞线宽得多，其数字化，特别是有线电视数字化和双向化为信息交换提供了一种前所未有的广阔前景。将广播电视网、电信网和计算机网互相渗透和融合，就可能预示着一个全新信息化时代的到来。

广播电视网、通信网和计算机网相互融合渗透的基础是数字技术。数字技术不仅涉及到传输系统，而且也影响到节目制作。模拟时代的广播电视以单向传输节目为主，到了数字化时代，通信领域采用的 SDH（同步数字体系）、ATM（异步传输模式）等数字传输技术也同样用在广播电视网中；多媒体通信和宽带综合业务数字网（B-ISDN）的发展，将可加速实现各种信息节目的交互式传输。

数字广播电视有着极其广泛的前途。

## 第一节 广播电视系统概述

广播电视系统，从技术角度考虑，它应当是广播电视信号产生、处理、传输和接收

的总称。或者说，广播电视是利用电信号或电磁波表达、携带或传送信息的媒体和工具。该系统按传输信号和形式不同，一般可概括为模拟广播电视系统和数字广播电视系统，如按传输的技术手段考虑，可概括为广播电视卫星传输系统、广播电视地面传输系统、有线电视（CATV）传输系统和数字音频广播（DAB），从传输角度来看，这些系统可统称为广播电视网。

### 一、模拟广播电视系统

一个全模拟信号的广播电视系统，可归纳由信源、变换器、信道、反变换器和接收终端组成。

信源是产生和输出广播电视信号（如声音、图像、文字、数据等）的设备，如录音机、电视摄像机等。广播电视信号的最后归宿叫接收终端或称信宿。也就是最后接收广播电视信号的处所，既可以是人，也可以是机器，如收音机、电视接收机等。变换器的任务是把信源发出的信号进行加工处理（如放大、调制），变成适合在信道上传输的信号。广播电视发射机和天线、卫星转发器、有线电视系统的调制器等均属变换器。反变换器的功能与变换器相反，是把信道送来的广播电视信号按相反过程（如检波、解调等）变换恢复成原始信号，供终端接收。信道是一个广义概念，与系统对应有无线信道和有线信道之分；具体讲，它可以是导线、电缆、光缆，也可以是电磁波和不同媒介的空间及介质。总之，是广播电视信号的传输通道。

在模拟广播电视系统中，传送的声音和图像信号都是在幅度和时间上连续变化的模拟信号，通过信道时，其基本结构和组成不变，因此信号频谱较窄，信道利用率较高，这是其优点。缺点是抗干扰能力差，信号在传输中混入噪声干扰不可消除，也不易实现大规模集成。

### 二、数字广播电视系统

图 1-1 是一个基本的全数字广播电视系统的方框图，它由信源、编码器、调制器、信道、解调器、解码器、同步单元和接收终端组成。

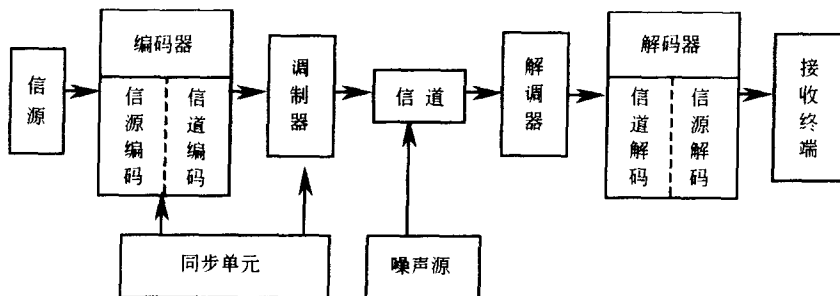


图 1-1 数字广播电视系统的基本模式

在这个系统中，除信源、信道、接收终端与模拟系统的功能基本相同外，编码器与调制器（有时还包含多路复用）组合在一起与模拟系统的变换器类同；解码器与解调器

(有时含解复用)组合与反变换器类同,但变换的原理和对象有原则区别。

编码器的作用是将信源发出的模拟信号转换成有规律的、适应信道传输的数字信号。这种信号一般是二进制的脉冲序列。解码器与编码器的功能相反,是把代表一定节目信息的数字信号还原为原始的模拟信号。编码器和解码器一般包括两部分:信源编码、信道编码和信道解码、信源解码。信源编码的主要任务是:第一,将信源送出的模拟信号数字化,即对连续信息进行模拟/数字(A/D)转换,用一定的数字脉冲组合来表示信号的幅度。这里,我们把用一组组数字脉冲信号来表示信息的过程称为编码;第二,将信源输出的数字信号按实际信息的统计特性进行变换,以提高信号传输的有效性。也就是说,在保证一定传输质量的情况下,用尽量少的数字脉冲来表示信源产生的信息,故信源编码也称为频带压缩编码。信道编码是一种代码变换,主要解决数字信号传输的可靠性问题,故又称为抗干扰编码。数字信号在信道中传输,不可避免地会受到噪声干扰,并有可能导致接收信号的错误判断,产生错码(误码),信道编码就是为了减少这种错误判断而引入的编码方法。

调制器的作用是把二进制脉冲变换或调制成适合在信道上传输的波形。由于编码器输出的二进制脉冲序列(也称基带信号),一般不宜在长距离信道中传输,需要把它调制在一个确定的高频振荡(载波)上,使其振幅、频率、相位或它们的组合随所要传输的数字信号有规律的变化。调制器的调制方式视调制载波参数不同分为:数字调幅(幅度键控ASK)、数字调频(频移键控FSK)、数字调相(相移键控PSK)。数字调制根据取值状态数不同,又可分为二进制数字调制和多进制数字调制。解调是调制的逆过程,是从已调制信号中恢复出原数字信号送解码器解码。

同步单元是数字系统的重要组成部分。所谓同步是指数字系统的收、发两端要有统一的时间标准,使收端和发端步调一致。由于数字系统传输的是数字信号,这个信号又由一个个脉冲按节拍组成,为了保证数字信号经传输后能正确地恢复所传信息,必须在传输过程中,始终保持这些脉冲时间位置的准确性,这也称为“定时”。同步和定时是同步系统的两个方面,定时主要指发端和收端本身按规定时间节拍工作;同步则是使发、收两端的定时脉冲在时间上严格一致,否则,一旦失去同步或同步出现差错,系统就会出现大量错误,甚至使整个系统失效。

噪声源是一个等效概念,为了便于分析干扰的影响,通常把始端、终端及传输信道中所存在的干扰折合到信道中,据此研究信号在传输中的衰减和畸变。

需要指出的是,图1-1所示的数字广播电视系统的组成,不是惟一的固定结构,视具体内容和要求不同,有些单元可以不用,但编(解)码器是必不可少的。当系统不含调制解调器时,常称作数字基带系统。

### 三、广播电视网

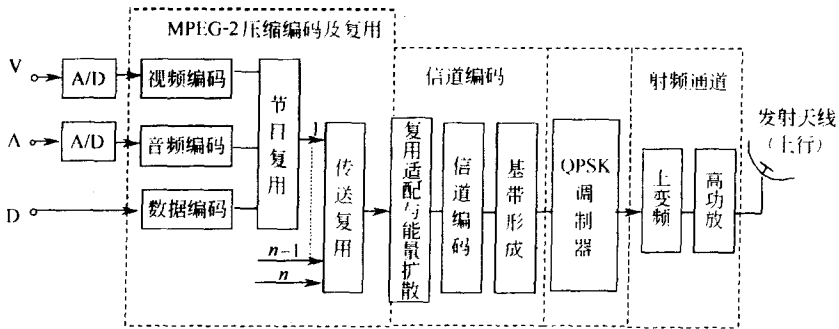
广播电视网又称广播电视传输覆盖网。它包含覆盖和传输两个重要环节,两者既互相联系又有区分。覆盖是将信号进行分配,由点到面是大面积广播的概念。具体讲,包括中波、短波、调频广播及由电视发射台和转播台组成的无线覆盖网;包括有线电视和有线广播组成的有线覆盖网,还有通过卫星组成的卫星广播电视覆盖网。传输则是指信

号的传送，指广播电视信号由点到点或到多点的单向或双向远距离传送，是通过载波、微波、光纤和卫星等多种传输媒体进行传送，从而构成合理、完善、频带很宽、星网结合、天地交融的一个广播电视传输系统。

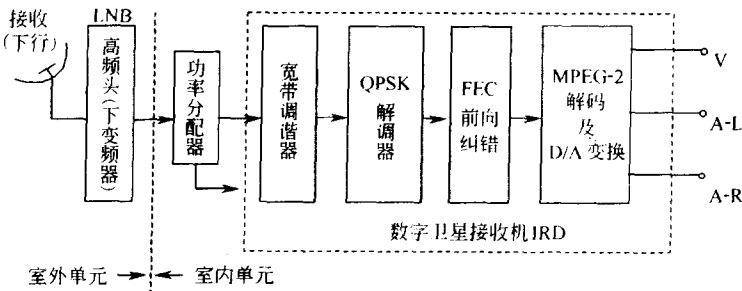
考虑到数字技术的成熟，广播电视网以数字视频广播 DVB (Digital Video Broadcasting) 为代表已形成标准，并正积极推动建立世界范围的数字视频广播标准。这一目标得到了国际电信联盟 ITU (International Telecommunications Union) 的支持。DVB 包括了卫星、有线电视和地面普通电视及高清晰度电视的广播，如果再应用 DAB (Digital Audio Broadcasting) 和数字调幅 DAM (Digital AM) 技术，这样 DVB-S、DVB-C、DVB-T、DAM 就代表了广播电视网的重要传输和覆盖手段。

1. 卫星数字电视广播传输系统 (DVB-S)

卫星数字电视广播传输系统包括发送、接收两大部分及卫星转发器。图 1-2 是这一系统的示意图。



(a) DVB-S 上行通道



(b) DVB-S 下行通道

图 1-2 卫星数字电视广播传输系统示意图

图 1-2 (a) 是卫星数字电视广播传输系统的上行通道，它由信源、MPEG-2 压缩编码与复用、信道编码、QPSK 调制器、射频通道和发射天线组成。视频信号、音频信号经信源编码完成 A/D 转换成为数字信号。为了压缩频带提高信源编码的有效性，数字信号送入 MPEG-2 压缩编码与复用单元进行高效率的压缩编码，经过对信号采用运动

估值、运动补偿、离散余弦变换 (DCT) 等 MPEG-2 技术处理, 组成数据包, 并将多路数据包复用, 形成一路高速率信号送入信道编码单元。信道编码单元的主要功能是增加信号对误码的抵抗能力并使其适应信道传输特性。经过压缩的数字信号采取能量扩散措施是防止在无调制或某一固定电平 (如黑电平) 调制时造成过大的功率谱密度, 或者对输出数字信号频谱进行均匀化处理, 使数字“0”和“1”的发生概率平均化 (也称扰码), 从而避免调制器出现空载。信道编码通常采用由外编码 (R-S 码)、卷积交织和内编码 (卷积编码) 构成的级联编码。目的是提高数字信号的可靠性, 有效分散突发错误的长度, 大大提高纠错能力, 使得在给定的带宽内, 系统的性能达到最优化。然后经基带形成单元打包成基带信号送入调制器。信号经正交相移键控 QPSK 调制器后, 产生 70MHz/140MHz 中频信号输出至由上变频器和功放组成的射频通道, 然后经发射天线送至卫星转发器。

图 1-2 (b) 是 DVB-S 的接收通道 (下行通道)。由卫星转发器发出的 QPSK 信号, 是一个携带有 MPEG-2 数据流的微弱电信号, 它被抛物面天线聚焦在焦点上, 经位于焦点上的馈源收集增强, 送入高频头, 在这里对电信号进行低噪声放大和下变频, 经功率分配器送入数字卫星接收机 (或称综合接收解码器 IRD)。IRD 一般由宽带调谐器、QPSK 解调器、FEC 前向纠错和 MPEG-2 解码及 D/A 变换器组成。其最重要的要求是保证输出信号的误码率达到 MPEG-2/DVB 标准, 即误码率小于  $10^{-11}$ , 以实现可靠优质接收。

## 2. 有线电视传输系统 (CATV)

有线电视传输 DVB-C 也称有线电视 CATV (共用天线电视: Community Antenna TV 或 Cable Television) 传输系统。它是综合运用广播电视、无线电技术和计算机技术等多项技术成果, 利用光缆、电缆传送多路信号的一种传输系统。目前以传输多路电视信号为主, 因此称有线电视系统。CATV 系统一般由信号源、前端、干线传输和用户分配网络等部分组成。其系统基本组成如图 1-3 所示。

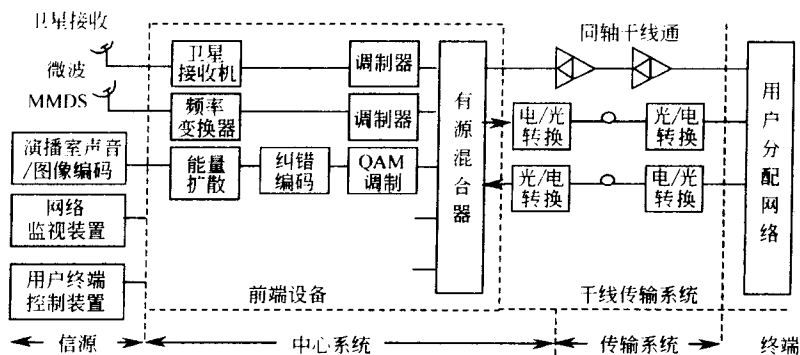


图 1-3 CATV 系统的基本构成示意图

中心系统包括两大部分: 接收信号源和前端设备。接收信号源通常有卫星地面站、微波站、电缆电视网、无线接收天线、电视转播车、演播室、摄录像机、计算机等, 用于接收或制作各种节目信号。前端设备的任务是对信号源送来的各路信号进行必要的处



理,完成频率变换、调制、解调、纠错编码、加密等,最后经混合器送入干线通道。干线传输系统包括各种类型的干线放大器和干线电缆(同轴或光纤电缆);如果要传输双向节目,则必须使用双向传输干线和放大器,建立双向传输系统。对于光纤干线传输通道,还要有光发射器、光接收器,以实现电光、光电转换。用户分配网是 CATV 系统的最后终端部分。在这里首先将干线传输系统的射频信号解调,实现综合解码接收,然后通过分配放大器、分支器、分配器、串接单元分支线、用户线及用户终端盒等将节目送入各个家庭终端。

随着数字技术的发展,为解决 CATV 电缆网实际应用中存在的各种问题,进一步提高传输质量和有效扩展综合业务功能,近年来提出了一种先进的 HFC 网络结构方案。HFC 俗称线性宽带综合信息网,是一种具有双向模拟、数字传输和多工利用功能的光纤/同轴电缆混合结构网络。由于 HFC 具有很多优点,因此在世界各国的一些先进电视网中得到了广泛应用。我国也有许多有线电视台应用 HFC 网络结构,对本地网进行升级改造和区域联网,其效果显著。

### 3. 数字电视广播地面传输系统(DVB-T)

近年来,欧美日各国都在积极研究发展数字地面电视广播,尽管在具体组成和功能上稍有不同,但就系统而言,基本一致。图 1-4 即为 DVB-T 系统的示意图。该系统由三个子系统组成: MPEG-2 信源编码与复用、信道编码和地面发送系统。

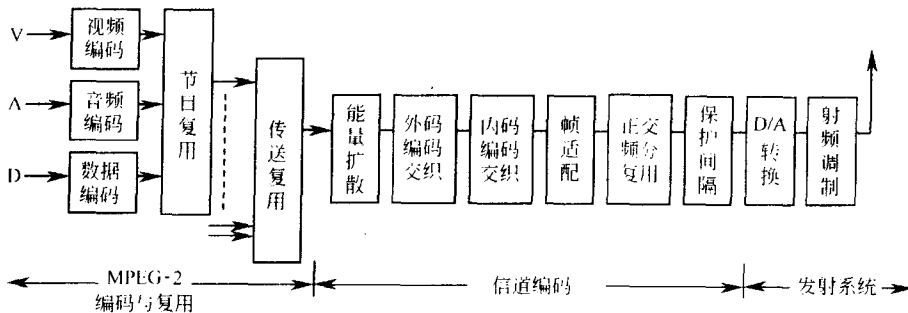


图 1-4 数字电视广播地面传输系统示意图

在第一个子系统将模拟视频和音频信号转化成数字信号,同时利用压缩编码实现码率压缩,其主要根据是 MPEG-2 标准,仅美国的音频压缩标准是采用杜比 AC-3。第二个子系统为信道编码,目的是提高数字信号传输的可靠性,尽可能避免外界环境的干扰,为此采用多种纠错编码:外编码为 R-S 码和卷积交织,内编码为卷积编码,内交织则包括比特交织和载波符号交织。正交频复用 OFDM 是一种多载波调制方法,这里要传送的信息不是对单一载波调制,而是将其分配在相毗邻的频谱关系是正交的大量载波(俗称副载波)上,副载波均采用四相差分相位调制(QPSK)。这种传输方法与无线电道的性能相适应,可避免移动接收时出现的“衰落”。由于 OFDM 应用了许多窄带信号同时传输,相当于多个信号并行传输,从而使信号持续期延长,这就有利于降低传送符号间的干扰,但不能完全消除,为此将持续期  $T_u$  的每个 OFDM 符号人为地延长一个持续期为  $T_g$  的“保护间隔”,以实施对信道特性的校正,将多径反射造成的影