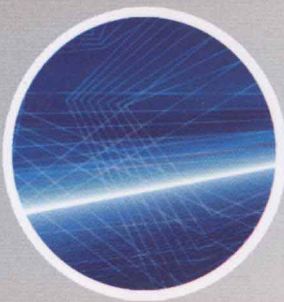


# 数字电视

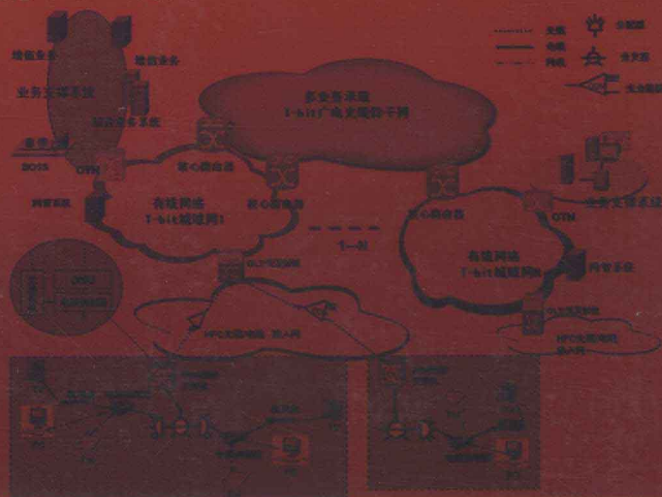
## 有线传输原理与维修

第2版



SHUZI DIANSHI YOUXIAN CHUANSHU YUANLI YU WEIXIU

陆燕飞 刘修文 编著



在推行三网融合试点,大力发展高清电视广播和高清互动点播业务的新形势下,针对广电系统在职技术人员的实际情况,兼顾部分高职高专对人才培养的需求,本书第2版保留了第1版的基础知识、节目平台的建设、有线传输技术、有线传输网络技术、接收技术、故障分析与检修的主要内容,增加了光纤传输技术、3TNet传输技术、软交换技术、NGB下一代广播电视网、交互式数字电视机顶盒、高清数字电视机顶盒、IPTV机顶盒等内容,充实了多种型号有线数字电视机顶盒方案和有线数字电视故障分析与检修,并附有思考题与习题。让读者能够举一反三,达到“授人以渔”的目的。

本书力求以浅显、易懂的语言,讲清深奥、抽象的理论和有线电视网络的新技术,使广播电视系统及相关专业的技术人员能够一看就懂,懂了会用。本书适合从事有线电视技术和通信技术工作的人员阅读,是广播电视系统技术培训的参考教材,也可供广播电视学校及大专院校相关专业的师生参考。

## 图书在版编目(CIP)数据

数字电视有线传输原理与维修/陆燕飞,刘修文编著. —2版. —北京:机械工业出版社,2011.3

ISBN 978-7-111-33721-8

I. ①数… II. ①陆… ②刘… III. ①数字电视:有线电视—数字信号传输 IV. ①TN943.6

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第040060号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:罗莉 责任编辑:罗莉

版式设计:霍永明 责任校对:刘志文

封面设计:陈沛 责任印制:杨曦

保定市中华美凯印刷有限公司印刷

2011年6月第2版第1次印刷

184mm×260mm·20 25印张·501千字

0 001—3 000册

标准书号:ISBN 978-7-111-33721-8

定价:49.80元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010) 88361066

门户网:<http://www.cmpbook.com>

销售一部:(010) 68326294

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售二部:(010) 88379649

读者购书热线:(010) 88379203

封面防伪标均为盗版

## 第2版前言

2010年7月,国务院办公厅公布了第一批三网融合试点地区(城市)名单,三网融合试点工作正式启动。互联网、通信网和有线数字电视网的融合、新业态的数字电视和直播交互融合的数字电视试点工作正在有序进行。有线数字电视涉及数据通信、宽带网络工程、流媒体传输和数据库等技术,其内容涵盖着HDTV、IPTV、交互式电视与数据广播等。随着社会需求的不断增长和科学技术的飞速发展,有线电视网络正在逐步演变成具有综合信息传输交换能力、能够提供多功能服务的宽带交互式多媒体网络,它将融合在信息高速公路中,成为未来信息网络不可缺少的组成部分。我国数字电视整体平移的时间表已经确定,到2015年将全部转换完成,模拟电视节目停止播出。为适应有线电视事业的发展,满足广播电视系统工程技术人员在新形势下进行业务学习的需求,根据近年从事有线电视实用维修技术培训班的讲义,参考大量国内最新专业书刊及相关资料,修订了《数字电视有线传输原理与维修》一书。

本书的特点是结合市、县级广播电视工程技术人员实际水平,从维修角度出发,深入浅出地介绍了数字电视基础知识、数据通信技术和宽带网络技术,重点突出数字电视有线传输与接收技术,以及排除有线数字电视故障的思路、方法与实例。同时书中还对有线数字电视机顶盒、交互式数字电视机顶盒、高清数字电视机顶盒、IPTV机顶盒做了相应的介绍。作者力求以浅显的语言,讲清深奥、抽象的理论知识,使一般广播电视系统及相关专业的技术人员能够一看就懂,懂了会用。本书适合从事有线电视技术和通信技术工作的人员阅读,是广电系统技术培训的参考教材,也可供广播电视学校及大专院校相关专业的师生参考。

此次修订后的第2版,是在推行三网融合试点,大力发展高清电视广播和高清互动点播业务的新形势下,为了兼顾不同行业及不同层次读者的需要,增加了光纤传输技术、3TNet传输技术、软交换技术、NGN下一代广播电视网、交互式数字电视机顶盒、高清数字电视机顶盒、IPTV机顶盒等内容,充实了多种型号有线数字电视机顶盒方案和有线数字电视故障分析与检修,让读者能够举一反三,达到“授人以渔”的目的。为兼顾部分高校采用此书作教材,第2版增加了思考题与习题部分。

全书共6章,第1章全面介绍了数字电视基础知识,第2章介绍了有线数字电视节目平台的建设,第3章介绍了数字电视有线传输技术,第4章介绍了数字电视有线传输网络技术,第5章介绍了有线数字电视接收技术,第6章介绍了有线数字电视故障分析与检修。

在湖北省广电培训中心举办的全省有线电视实用维修技术培训班期间,学员对本书初稿提出了修改补充意见,并且为使书中内容能够反映国内有线数字电视技术的发展动态,作者查阅并引用了《中国有线电视》、《广播电视信息》及《江苏开博有线专修学院培训材料》等专业技术刊物上有关资料。在此,对各地学员及多年来关心帮助、精心

指导的《中国有线电视》杂志社李明德总编及其他同行、专家表示衷心感谢，对参考文献的作者表示诚挚的谢意。

本书由刘修文、陆燕飞编写，刘修文负责选题策划、全书定位、统稿及部分编写工作；陆燕飞负责第2版补充内容的策划及编写工作。

鉴于有线数字电视技术日新月异地发展，以及作者水平有限，书中难免存在疏漏与不足，殷切希望读者不吝赐教。

电子邮箱：hnyxlxw@126.com, yflu1@163.com

作 者

# 第1版前言

有线数字电视涉及数据通信、宽带网络工程、流媒体传输和数据库等技术，其内容涵盖 HDTV、IPTV、交互式电视与数据广播。随着社会需求的不断增长和科学技术的飞速发展，有线电视网络正在逐步演变成具有综合信息传输交换能力、能够提供多功能服务的宽带交互式多媒体网络，它将融合在信息高速公路中，成为未来信息网络不可缺少的组成部分。我国数字电视整体平移的时间表已经确定，到 2015 年全部转换完成，模拟电视节目将停止播出。为适应我国有线电视事业的发展、满足广播电视系统工程技术人员在新形势下进行业务学习的需求，本人根据近年从事有线电视实用维修技术培训班的讲义，参考大量国内最新专业书刊及相关资料，编写《数字电视有线传输原理与维修》一书，并在广播电视系统培训班试用后修改定稿。

本书的最大特点是结合市、县级广播电视工程技术人员的实际水平，从维修角度出发，深入浅出地介绍了数字电视基础知识、数据通信技术和宽带网络技术，重点突出数字电视有线传输与接收技术，以及排除有线数字电视故障的思路、方法与实例。同时书中还对网络电视、交互式电视、流媒体技术作了相应的介绍。作者力求以浅显的语言，讲清深奥、抽象的理论知识，使一般广播电视系统及相关专业的技术人员能够一看就懂，懂了会用。本书适合从事有线电视技术和通信技术工作的人员阅读，是广播电视系统技术培训的参考教材。也可供广播电视学校及大专院校相关专业的师生参考。

全书共 6 章，第 1 章全面介绍了数字电视基础知识，第 2 章介绍了有线数字电视节目平台的建设，第 3 章介绍了数字电视有线传输技术，第 4 章介绍了数字电视有线传输网络技术，第 5 章介绍了有线数字电视接收技术，第 6 章介绍了有线数字电视故障分析与检修。

在湖北省广电培训中心举办的全省有线电视实用维修技术培训班期间，学员曾对本书初稿提出了修改补充意见，并且为使书中内容能够反映国内有线数字电视技术的发展动态，作者查阅并引用了《中国有线电视》及《广播电视信息》等专业技术刊物中的有关资料。在此，对各地学员及多年来对我关心帮助、精心指导的《中国有线电视》杂志社李明德总编及其他同行、专家表示衷心感谢，对参考文献的作者表示诚挚的谢意。

鉴于有线数字电视技术日新月异地发展，以及作者水平有限，书中难免存在疏漏与不足，殷切希望读者不吝赐教。

电子邮箱：hnyxlw@21cn.com

作者  
2006 年 8 月

# 目 录

## 第 2 版前言

## 第 1 版前言

## 第 1 章 数字电视基础 ..... 1

1.1 数字电视的有关概念 ..... 1

1.2 数字电视的优点 ..... 9

1.3 视频压缩编码 ..... 10

1.3.1 视频信号压缩的可能性 ..... 11

1.3.2 视频压缩编码的种类与特点 ..... 12

1.3.3 基本的视频压缩编码方法 ..... 12

1.3.4 MPEG-2 视频压缩编码标准  
简介 ..... 16

1.3.5 MPEG-4 视频压缩编码标准  
简介 ..... 19

1.3.6 AVS 数字视频编码标准简介 ..... 21

1.3.7 新的视频压缩编码标准 H. 264 ..... 25

1.4 音频压缩编码 ..... 31

1.4.1 音频信号压缩的可能性 ..... 31

1.4.2 MPEG-1/2 音频压缩编码 ..... 33

1.4.3 AAC 音频压缩编码 ..... 36

1.4.4 AC-3 音频压缩编码 ..... 37

1.5 信道编码 ..... 39

1.5.1 信道编码基础 ..... 39

1.5.2 能量扩散 ..... 40

1.5.3 RS 编码 ..... 41

1.5.4 数据交织 ..... 43

1.5.5 卷积编码 ..... 44

1.6 思考题与习题 ..... 48

## 第 2 章 有线数字电视节目平台的 建设 ..... 49

2.1 有线数字电视广播系统的组成 ..... 49

2.1.1 有线数字电视广播系统组成  
框图 ..... 49

2.1.2 MPEG-2 传输复用包的形成 ..... 50

2.1.3 数字电视广播系统中的业务  
信息 ..... 52

2.1.4 数据随机化和同步取反 ..... 53

2.1.5 字节到符号的映射 ..... 55

2.1.6 QAM 调制 ..... 56

2.2 数字电视前端的组成与调试 ..... 56

2.2.1 信号输入部分 ..... 57

2.2.2 信号处理部分 ..... 58

2.2.3 信号输出部分 ..... 59

2.2.4 系统管理部分 ..... 60

2.2.5 数字电视前端的调试 ..... 60

2.3 省、市、县数字电视前端平台简介 ..... 60

2.3.1 概述 ..... 60

2.3.2 省级数字电视播控系统 ..... 61

2.3.3 地市数字分前端 ..... 63

2.3.4 县（市、区）数字电视分  
前端 ..... 63

2.3.5 福建漳州市数字电视前端 ..... 66

2.4 交互式数字电视接收 ..... 67

2.4.1 交互式数字电视的主要实现  
形式 ..... 67

2.4.2 交互式数字电视系统的组成 ..... 68

2.4.3 交互式数字电视的体系结构 ..... 69

2.4.4 视频点播（VOD） ..... 70

2.4.5 中央电视台交互电视广播系统 ..... 72

2.4.6 江苏省有线电视网交互式数字  
电视平台简介 ..... 74

2.5 视频服务器 ..... 77

2.5.1 视频服务器的功能 ..... 77

2.5.2 视频服务器数据存储结构 ..... 78

2.5.3 视频服务器的基本类型 ..... 79

2.5.4 视频服务器的接口 ..... 81

2.6 思考题与习题 ..... 82

## 第 3 章 数字电视有线传输技术 ..... 83

3.1 数字信号传输概论 ..... 83

3.1.1 数字信号传输常见问题 ..... 83

3.1.2 数字信号的基带传输 ..... 85

3.1.3 数字信号的载波调制与传输 ..... 87

3.2 光纤传输技术 ..... 90

3.2.1 光纤的传输特性 ..... 91

3.2.2 光有源器件 .....	92	4.4.2 双向 HFC 城域网的系统结构 .....	147
3.2.3 光无源器件 .....	100	4.4.3 双向 HFC 网的传输设备 .....	149
3.2.4 光波分复用 (WDM) 技术 .....	103	4.4.4 双向 HFC 网的设计 .....	151
3.2.5 密集波分复用 (DWDM) 技术 .....	104	4.4.5 双向 HFC 网上行通路的调试 .....	152
3.3 基于 SDH 的有线数字电视传输 技术 .....	106	4.4.6 双向 HFC 网数据的传输标准 .....	158
3.3.1 基础知识 .....	106	4.5 宽带 IP 城域网 .....	162
3.3.2 STM-1 (基帧) 与 STM-N 帧 结构 .....	110	4.5.1 广电宽带 IP 城域网系统结构 .....	162
3.3.3 图像、音频数字信号复用与 SDH 传输系统的组成 .....	112	4.5.2 广电宽带 IP 城域网采用的 技术 .....	163
3.3.4 自愈环网介绍 .....	114	4.5.3 TCP/IP 协议体系 .....	164
3.3.5 SDH 网络应用的新技术 .....	115	4.5.4 新一代网际协议 IPv6 .....	169
3.3.6 SDH 技术在广电传输网中的 应用 .....	119	4.5.5 IPTV 技术在广电的应用 .....	173
3.4 3TNet 传输技术 .....	121	4.5.6 城域网 MSTP 多生成树协议 技术 .....	177
3.4.1 3TNet 技术概述 .....	121	4.5.7 城域网 RPR 弹性分组环 技术 .....	179
3.4.2 3TNet 的网络体系结构 .....	121	4.5.8 EPON 以太无源光网络 .....	183
3.4.3 3TNet 的关键技术及设备 .....	123	4.6 宽带接入网 .....	186
3.5 软交换技术 .....	124	4.6.1 宽带接入网概述 .....	186
3.5.1 软交换的概念 .....	124	4.6.2 有线接入方式 .....	188
3.5.2 软交换的主要功能 .....	125	4.6.3 HFC 接入技术 .....	188
3.5.3 基于软交换技术的体系结构 .....	125	4.6.4 以太网接入技术 .....	191
3.5.4 软交换的对外接口及采用的通信 协议 .....	127	4.6.5 光纤接入网技术 .....	194
3.6 江苏省数字电视传输网络采用的技术 简介 .....	129	4.6.6 基于电话双绞线的 ADSL 接入 .....	197
3.7 思考题与习题 .....	130	4.6.7 EPON + EOC 接入技术 .....	198
<b>第 4 章 数字电视有线传输网络技术</b> .....	<b>131</b>	4.7 NGB 下一代广播电视网 .....	201
4.1 数据通信网的基础知识 .....	131	4.7.1 NGB 网络的构成及特点 .....	201
4.1.1 数据通信网的拓扑结构 .....	131	4.7.2 NGB 的架构 .....	201
4.1.2 网络体系结构标准化 .....	133	4.7.3 NGB 的演进 .....	202
4.1.3 网络协议 .....	136	4.7.4 NGB 示范区的目标及内容 .....	203
4.2 数据通信宽带网 .....	136	4.7.5 NGB 示范区传输网络 .....	204
4.2.1 宽带网的概念 .....	136	4.8 思考题与习题 .....	205
4.2.2 综合业务数字网 (ISDN) .....	137	<b>第 5 章 有线数字电视接收技术</b> .....	<b>207</b>
4.2.3 宽带综合业务数字网 (B-ISDN) .....	139	5.1 条件接收系统 .....	207
4.3 广电城域宽带网 .....	141	5.1.1 条件接收系统的有关概念 .....	207
4.3.1 网络建设目标 .....	141	5.1.2 MPEG-2 以及 DVB 标准中有关 CAS 的规定 .....	208
4.3.2 网络结构与传输信道 .....	143	5.1.3 条件接收系统的组成和工作 原理 .....	208
4.4 双向 HFC 广电城域网 .....	146	5.1.4 DVB 条件接收系统的主要技 术特点 .....	211
4.4.1 HFC 网的宽带城域网的特点 .....	146	5.1.5 数字电视广播条件接收系统	

行业规范 .....	214	5.7.4 两种 IPTV 机顶盒简介 .....	272
5.1.6 条件接收系统的机卡分离方案 .....	217	5.8 思考题与习题 .....	276
5.2 有线数字电视机顶盒 .....	218	<b>第6章 有线数字电视故障分析与检修</b> .....	277
5.2.1 有线数字电视机顶盒的主要功能与分类 .....	218	6.1 有线数字电视传输网络故障分析与检修 .....	277
5.2.2 有线数字电视机顶盒的组成 .....	220	6.1.1 数字电视信号的性能参数 .....	277
5.2.3 有线数字电视机顶盒主要元器件介绍 .....	223	6.1.2 各项性能指标对数字信号的影响 .....	278
5.3 几种有线数字电视机顶盒介绍 .....	236	6.1.3 有线电视网络传输码流易受干扰的频点与频段 .....	279
5.3.1 采用 QAM1516 方案的有线数字电视机顶盒 .....	236	6.1.4 有线数字电视传输网络故障原因分析 .....	280
5.3.2 采用 ST15105 方案的有线数字电视机顶盒 .....	237	6.1.5 有线数字电视传输故障检修实例 .....	281
5.3.3 采用 MB86H20C 方案的有线数字电视机顶盒 .....	239	6.2 有线数字电视接收故障分析与检修 .....	284
5.4 电源电路 .....	241	6.2.1 数字电视机顶盒常见故障分析与检修 .....	284
5.4.1 开关电源电路的组成 .....	241	6.2.2 有线数字电视接收故障检修实例 .....	286
5.4.2 采用 VIPer12A/22A 的开关电源 .....	243	6.2.3 线缆调制解调器 (Cable Modem) 常见故障分析与检修 .....	291
5.4.3 采用 TNY267/275 的开关电源 .....	245	6.2.4 智能卡故障及解决方法 .....	292
5.4.4 采用 FSDH321/DL0165/DM0265 的开关电源 .....	246	6.3 DVB-C 系统指标测量 .....	293
5.5 交互式有线数字电视机顶盒 .....	249	6.3.1 信道平均功率的测量 .....	293
5.5.1 交互式有线数字电视机顶盒的整机结构 .....	249	6.3.2 平均符号速率的测量 .....	294
5.5.2 交互式有线数字电视机顶盒的电路组成 .....	251	6.3.3 邻频功率的测量 .....	294
5.5.3 交互式有线数字电视机顶盒的软件架构 .....	254	6.3.4 IQ 星座图的测量 .....	295
5.5.4 交互式有线数字电视机顶盒的类型 .....	254	6.3.5 调制精度的测量 .....	295
5.6 高清数字电视机顶盒及其使用 .....	256	6.3.6 误符号率、载噪比和系统余量的测量 .....	295
5.6.1 我国有线高清数字电视应用概况 .....	256	6.3.7 均衡器冲激响应的测量 .....	296
5.6.2 高清数字电视机与高清数字电视机顶盒的区别 .....	257	6.3.8 信道频率响应的测量 .....	296
5.6.3 高清有线数字电视机顶盒的组成 .....	257	6.3.9 信道相位响应的测量 .....	297
5.6.4 高清数字电视机顶盒的外部接口 .....	264	6.3.10 信道群时延的测量 .....	297
5.7 IPTV 机顶盒 .....	267	6.3.11 RS 码的误字节/误码率、误数据包率的测量 .....	298
5.7.1 IPTV 机顶盒的功能 .....	267	6.3.12 HFC + CMTS 网络的测量 .....	299
5.7.2 IPTV 机顶盒的硬件结构 .....	268	6.3.13 EPON + EOC 网络的测量 .....	300
5.7.3 IPTV 机顶盒的软件结构 .....	271	6.4 思考题与习题 .....	302
		<b>附录 数字电视技术常用缩略语</b> .....	303
		<b>参考文献</b> .....	315



# 第 1 章 数字电视基础

数字电视就是用数字信号表示图像信息。从广义上讲,数字电视是用数字方式摄取、记录、处理、传输、接收和显示电视信号。数字电视利用了先进的数字图像压缩技术、数字信号纠错编码技术、高效的数字信号调制技术等,在处理、传输信号过程中引入的噪波,只要幅度不超过一定的门限,都可以被清除掉;即使有误码,也可利用纠错技术纠正过来。所以,数字电视接收的图像质量较高。数字电视采用压缩编码技术,在只能传输一套模拟电视节目的频带内可传输多套数字电视节目,使电视频道数迅速增多。数字电视便于开展多种数字信息服务,如数据广播、文字广播等;数字电视容易实现加密、加扰,便于开展各类收费业务。本章在介绍数字电视基本概念后,着重介绍信源编码与信道编码。

## 1.1 数字电视的有关概念

### 1. 数字电视

数字电视是指包括节目摄制、编辑、发送、传输、存储、接收和显示等环节全部采用数字处理的全新电视系统。也可以说数字电视是在信源、信道、信宿 3 个方面全面实现数字化和数字处理的电视系统。其中电视信号的采集(摄取)、编辑加工、播出发送(发射)属于数字电视的信源,传输和存储属于信道,接收端与显示器件属于信宿。

数字电视采用了超大规模集成电路、计算机、软件、数字通信、数字图像压缩编解码、数字伴音压缩编解码、数字多路复用、信道纠错编码、各种传输信道的调制解调以及高清晰显示器等技术,它是继黑白电视和彩色电视之后的第三代电视。

数字电视按其传输途径可分为 3 种:卫星数字电视(DVB-S)、有线数字电视(DVB-C)和地面数字广播电视(DVB-T)。

数字电视按其传输视频(活动图像)比特率的大小粗略划分为 3 个等级,即普及型数字电视(PDTV)、标准清晰度数字电视(SDTV)、高清晰度数字电视(HDTV)。普及型数字电视的视频比特率为 1~2Mbit/s,显示清晰度约 300 线;标准清晰度电视的视频比特率为 3~8Mbit/s,显示清晰度为 350~600 线;高清晰度数字电视采用隔行扫描,视频比特率为 18~20Mbit/s,显示清晰度为 700~1000 线。其中 PDTV 是属于 SDTV 的最低等级,是针对中国国情而专门命名的,美国和欧洲在 SDTV 和 HDTV 之间,都分别有增强清晰度电视(EDTV)。

模拟电视系统与数字电视系统示意图如图 1-1 所示。

### 2. 高清晰度电视

高清晰度电视(HDTV)是图像清晰度在水平和垂直两个方向,均近似为现有模拟电视图像清晰度的 2 倍,并能传送数字声音的电视系统。我国采用的图像格式为 1920×1080,画面在水平和垂直方向分别由 1920 和 1080 个有效像素组成的阵列构成,图像宽高比为 16:9。高清晰度电视一般分数字高清晰度电视与模拟高清晰度电视,本书主要介绍高清数字电视。

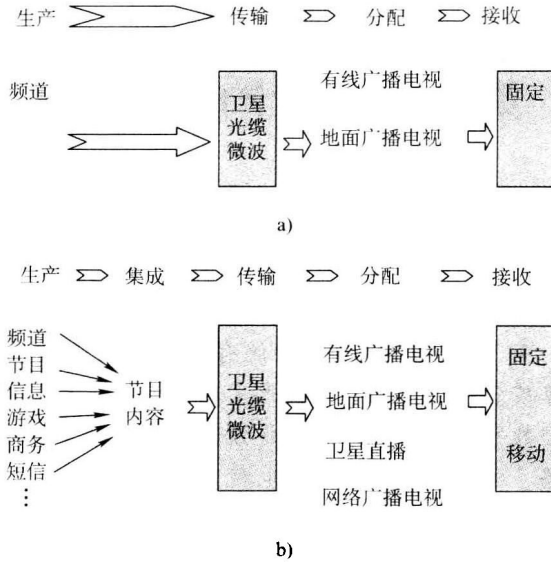


图 1-1 模拟电视系统与数字电视系统示意图  
 a) 模拟电视系统示意图 b) 数字电视系统示意图

CCIR (国际无线电咨询委员会, 现改名为 ITU) 的 801 报告中对 HDTV 的定义是: “高清晰度电视系统的设计, 要求使观看者在大约屏面高度的 3 倍距离处能看到或接近看得到清晰细节的程度, 达到与视力正常的观看者在看原始景物相同的感觉”。报告中以观看距离为屏面高度 3 倍的依据是, 根据人眼视觉的空间频率特性 (即人眼对单位空间里按黑白顺序排列的不同频率条纹的视觉敏感度) 得来的, 当空间频率超过一定值后, 就感觉不出有明暗条纹的变化, 而成了融合在一起的连续亮光, 这个上限空间频率就相当于视力, 可以用人眼的平均最小分辨角 (能分辨出相邻黑白线条所对应的最小视角) 来表示, 约为  $1' \text{rad}$  (相当于医学上视力 1.0)。

我国于 2006 年 3 月 29 日发布的《数字电视接收设备术语》(SJ/T 11324—2006) 中定义高清晰度电视为“图像清晰度在水平和垂直两个方向近似为模拟电视系统图像清晰度的 2 倍, 图像格式为  $1920 \times 1080$ , 图像宽高比为 16:9, 并能传送数字声音的电视系统”。

由此可见, 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。

高清晰度电视接收机与普通电视接收机屏幕尺寸及观看距离比较如图 1-2 所示。

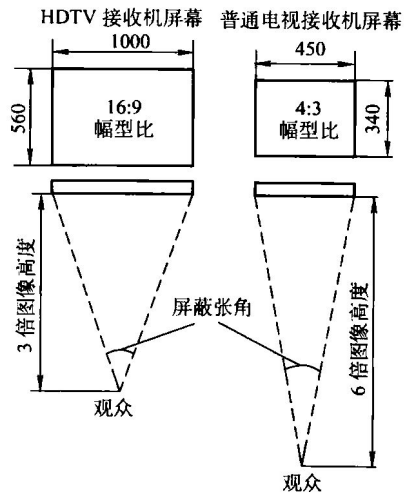


图 1-2 高清晰度电视接收机普通电视接收机屏幕尺寸及观看距离比较

目前的 HDTV 主要有以下 3 种图像显示格式:

720p (1280 × 720, 逐行)、1080i (1920 × 1080, 隔行)、1080p (1920 × 1080, 逐行)。其中 p 代表英文单词 progressive (逐行), 而 i 则是 interlaced (隔行) 的意思。

常见的两种显示模式是 720p 和 1080i。1080i 是目前大多数国家普遍采用的一种模式 (我国采用该模式), 它的分辨率为 1920 × 1080, 拥有 207.3 万像素, 我国规定 1080i 采用的是 50Hz 场频, 与以前 PAL 制式的场频相同。

### 3. 高清数字电视机

高清晰度数字电视机是数字电视机的一种, 它除能收看 HDTV 节目外, 也能收看 SDTV 节目。数字电视接收机是指能接收、处理和重现数字电视广播射频信号的一种终端设备。数字电视接收机也称数字电视一体机, 或简称数字电视机。按国际惯例, 数字电视接收机须具备接收、处理地面数字电视广播射频信号并予以重放的能力。

高清晰度电视机能使用户看到高清晰度电视图像, 聆听高保真声音。与现行模拟电视机有显著区别, 图像清晰度约为模拟电视机的两倍, 显示屏尺寸大、视野广, 像置身足球场或剧院, 有身临其境的感觉。

在我国的高清晰度电视或显示器的有关标准中规定, 高清晰度电视须满足下列主要要求:

(1) 能接收、解调、解码按国标 GB 20600—2006《数字电视地面广播传输系统帧结构、信道编码和调制》标准发送的数字电视射频信号。

(2) 能处理符合 GY/T 155—2000《高清晰度电视节目制作及交换用视频参数值》规定的数字高清晰度电视视频信号。

(3) 显示图像宽高比为 16:9。

(4) 显示的图像清晰度: 对固有分辨力的平板电视机 (包括 LCD、PDP 等) 及 LCD、DLP、LCOS 背投影机以及家用的前投影机, 图像清晰度在水平方向和垂直方向大于等于 720 电视线, 对扫描方式的 CRT 电视机, 图像中央部分的清晰度在水平方向和垂直方向大于等于 620 电视线, 边角大于等于 450 电视线。

(5) 解码、输出多声道数字声音信号: 自 2007 年 8 月国家数字电视地面传输标准正式实施以来, 高清数字电视机生产厂家利用 2008 年北京奥运会首次实现数字高清电视转播的机会, 纷纷推出按照国标研制开发的地面高清数字电视一体机, 使消费者无需安装机顶盒就可兼收模拟信号节目和新国标地面数字电视节目。在 2008 年 3 月 21 日召开的第十六届中国国际广播电视信息网络展览会 (CCBN) 上, 海信集团重点展示了最新开发的 47in<sup>⊖</sup>、42in 大屏幕高清地面数字电视机; 2008 年 2 月 25 日在北京召开的“数字高清新纪元”会上, LG 公司宣布推出符合国家地面数字电视标准的数字电视一体机产品——LG70 全高清液晶电视。该机在没有机顶盒等外部设备的情形下, 可通过接收无线广播信号, 就能实时接收并播放了中央电视台高清频道的节目; 在 2008 年 5 月 1 日前夕, 长虹集团推出 DTMB 地面数字电视一体机, 可完全实现地面高清数字电视信号接收与播放。

### 4. 有线数字电视

有线数字电视指利用有线电视传输网络, 将数字节目源 (如果是模拟节目源要先经模

⊖ 1in = 2.54cm。

拟/数字转换电路变成数字节目源) 经过编码调制, 送到用户终端的数字解码接收机(又称机顶盒)。数字解码接收机可输出视频、音频信号, 也可输出射频信号供现有的模拟电视机收看。

国家广播电影电视总局2003年制定了我国的数字电视发展规划: 到2005年我国有线数字电视用户超过3000万户, 全国1/4的电视台将发射和传输数字电视信号, 2006年启动直播卫星业务; 2010年, 全国全面实现数字广播电视; 东部相对发达地区将普及数字电视; 2015年, 全国将停止模拟广播电视的播出。

2003年5月, 国家广播电影电视总局发布了《我国有线电视向数字化过渡时间表》, 按照东部、中部、西部3个区域, 分2005年、2008年、2010年、2015年4个阶段全面实现有线电视数字化。即到2005年, 直辖市、东部地区(包括广东、福建、江苏、浙江、山东)的地(市)以上城市、中部地区(包括湖南、湖北、海南、四川、安徽、江西、广西、河南、河北、山西、陕西、辽宁、吉林、黑龙江)的省会城市和部分地(市)级城市、西部地区(包括新疆、西藏、青海、宁夏、甘肃、内蒙古、云南、贵州)的部分省会城市的有线电视完成向数字化过渡; 到2008年, 东部地区县级以上城市、中部地区地(市)级城市和大部分县级城市、西部地区部分地(市)级以上城市和少数县级城市的有线电视基本完成向数字化过渡; 到2010年, 中部地区县级城市、西部地区大部分县级以上城市的有线电视基本完成向数字化过渡; 到2015年, 西部地区县级城市的有线电视基本完成向数字化过渡。采取分区分片整体平移的过渡办法。在一个HFC有线电视网中, 以最后一级光节点为单位整体向数字平移, 即在最后一级光节点所带用户每户至少配置一个机顶盒后, 可以在该光节点关闭模拟信号。以此类推, 当所有光节点都关闭模拟信号后, 整个有线电视网就可以停止传输模拟信号。对于还未进行光缆改造的有线电视网, 要求先进行光缆改造再向数字化过渡。

国家广播电影电视总局2005年9月底在太原召开“全国城市有线电视数字化试点工作会议”, 广电总局副局长张海涛曾表示, 全国各试点城市和单位已从过去的等待观望转变为实际行动, 北京、重庆、天津、广州、珠海等城市已经启动整体转换工作, 包头、遵义等中西部地区城市也进入了整体转换的阶段。与此同时, 一些省份开始行动起来, 山西、广西、湖南、广东等省区已举行了物价听证会或者正在进行物价听证。广西2006年先在南宁、梧州开始进行整体转换试点, 然后在全区市地城市推开。“有线电视数字化推进工作已从过去青岛、佛山、杭州几个点向面上发展, 从东部向西部延伸。”

2005年10月15日, 国家广播电影电视总局在青岛市举行青岛有线电视数字化整体转换竣工仪式, 这标志着青岛成为全国第一个完成有线电视数字化整体转换的城市。整体转换完成后, 青岛有线数字电视陆续推出的多项新业务将包括高清晰度数字电视、专业付费频道, 以及电视商务、电视短信、电视游戏等。

2006年5月17日, 国家广播电影电视总局在深圳召开了全国有线电视数字化试点, 推进工作会议, 总局局长王太华向深圳市授予了“全国有线数字电视示范城市”牌匾。2006年5月18日, 深圳互动数字电视(iTV)正式投入商业试运营, 从此给每个家庭提供了全新的生活方式。

2009年9月28日为配合北京卫视高清频道的开播, 歌华有线在9月19日启动“高清交互数字电视应用工程项目试验示范小区计划”。2009年底歌华有线高清互动用户达到30

万, 这标志着北京在成为全国拥有高清数字电视用户最多的城市之后, 又成为了全国拥有高清交互数字电视用户最多的城市。

2010年1月13日国务院总理温家宝主持召开国务院常务会议, 会议通过了《推进三网融合的总体方案》。会议指出, 推进电信网、广播电视网和互联网融合发展, 实现三网互联互通、资源共享, 为用户提供话音、数据和广播电视等多种服务, 对于促进信息和文化产业发展, 提高国民经济和社会信息化水平, 满足人民群众日益多样的生产、生活服务需求, 拉动国内消费, 形成新的经济增长点, 具有重要意义。会议提出了推进三网融合的阶段性的目标。2010~2012年重点开展广电和电信业务双向进入试点, 探索形成保障三网融合规范有序开展的政策体系和体制机制。2013~2015年, 总结推广试点经验, 全面实现三网融合发展, 普及应用融合业务, 基本形成适度竞争的网络产业格局, 基本建立适应三网融合的体制机制和职责清晰、协调顺畅、决策科学、管理高效的新型监管体系。

2010年7月, 国务院办公厅公布了第一批三网融合试点地区(城市)名单, 三网融合试点工作正式启动。互联网、通信网和有线数字电视网的融合、新业态的数字电视和直播交互融合的数字电视试点工作正在有序进行。

截至2011年2月底, 全国有线广播电视用户达到9192.3万户, 有线数字化程度达到49.08% (有线电视用户基数为18730万户, 数据来源于国家广电总局)。2月初, 恰逢中国一年一度的传统春节, 用户收看数字电视的热情达到年度峰值, 促进有线数字电视用户的增加。有线数字电视呈快速发展势头, 下一步将把数字化转换、双向化改造、新业态服务结合起来, 推动有线网络成为三网融合和现代服务业的重要支撑平台。

### 5. 付费电视

付费电视不同于现有的基本公益电视。它以满足人民群众个性化、多样化、多层次的文化需求为根本目的, 以频道专业化、对象化为重要标志, 以收取用户服务费用为主要盈利方式。也就是说, 它利用加密技术限制未付费的用户收看, 只有付费的用户才可坐在家中点播自己想看到的电视节目。付费电视在国外已经存在20多年, 我国于2003年9月1日开始试播付费电视。到2005年8月底, 经国家广电总局批准的付费电视频道已达122套, 已开播94套。

与公益电视不同, 付费电视属于市场行为。收看付费电视必须具备两个条件。一是有老百姓愿意付费收看的节目内容, 二是要有能够实施用户管理的数字电视机顶盒。据调查现在有70%的有线电视用户能够接受付费电视。

现在很多西方国家的数字电视业务都在采用按次付费(IPPV), 用户将购买的储值卡插在机顶盒上就可以看付费电视节目, 拔掉就看不到了。现在, 新的方式是足球频道使用足球专用卡、电影频道使用电影专用卡, 用这种储值卡概念在欧洲经营这方面的业务。用这种方式, 一个是减低了管理成本, 就是对每个用户管理的成本, 同时对节目业务经营也是一个非常灵活的方式。解决多个运营商面对一个机顶盒的问题。

### 6. 模拟信号数字化

模拟信号数字化要经过采样、量化、编码3个过程, 形成二进制数字信号, 这3个过程总称为脉冲编码调制(PCM), 如图1-3所示。

采样是在时间上将模拟信号离散化。其方法是采用脉冲幅度调制, 即用模拟信号对一串等幅脉冲进行幅度调制, 将模拟信号变成幅度与其相似的一系列脉冲, 两脉冲的间隔称为采样时间间隔 $T$ (单位为s), 脉冲的重复频率称为采样频率。为了保证采样精度, 通常采样

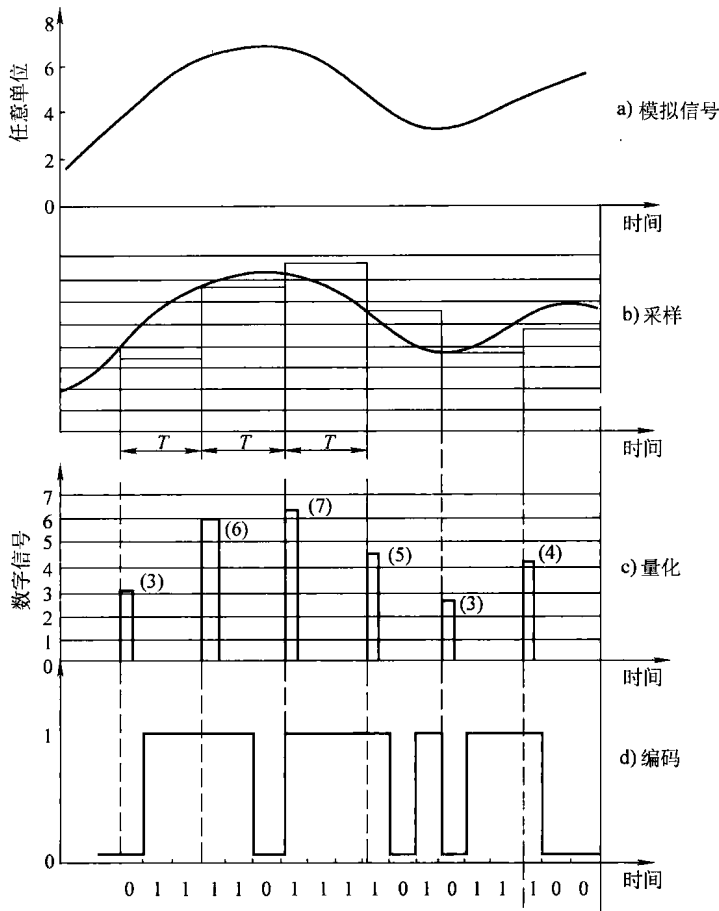


图 1-3 模拟信号数字化过程

脉冲宽度  $\tau$  应远小于采样间隔  $T$ ，采样频率应大于或等于 2 倍模拟信号的最高频率，这就是通常所说的采样定理（即奈奎斯特定理）。1982 年国际无线电咨询委员会（CCIR）通过了第一个关于演播室彩色电视信号数字编码的建议，即 601 号建议书，规定亮度信号采样频率为 13.5MHz。两个色差信号采样频率为 6.75MHz。

量化是在幅度上将模拟信号变为离散值的数字信号，通常将一组连续的幅度值四舍五入转化为一组有限的量化电平。量化电平一般用一个二进制来表示。由于量化时把某一幅值范围的信号都用某一中间电平表示，显然量化输出电平与原采样值存在误差，这个误差电压会在接收端恢复图像的画面上出现颗粒状的细斑，称为颗粒噪声或量化噪声。量化噪声是量化过程中带来的，但量化分级越密，即量化比特数越高，量化误差越小，恢复图像的信噪比越高。理论分析证明，当量化是均匀的，信噪比（dB）与量化比特数  $n$  的关系是

$$S/N \approx 10.8 + 6.02n$$

将模拟信号数字化的第三步是编码。经过采样，量化后，模拟信号已经变成了离散的脉冲序列，但量化输出的信号是用十进制表示的离散量化电平，为了发挥数字通信的优点，必须将要传输十进制量化电平变换成二进制量化电平，即用  $n$  比特（bit）二进制码表示已经量化电平值。例如，一个二进制码“110”，是 3bit 的二进制码，代表十进制量化电平 6。

## 7. 信源编码

信源编码就是在原始图像信号中移去自然存在的冗余度,以达到用尽可能少的数码来有效地表示图像信号,从而降低码率,压缩频带,所以信源编码又称为压缩编码。由PCM形成的数字图像信号是离散的信号,但由于图像信号具有很强的相关性,因而由原始图像信号的采样值作为信源必定存在时间或空间的冗余度。所以在数字电视中必须先进行信源编码。一般来讲,信源编码分为无损编码和有损编码。

无损编码往往称为熵编码。信源的熵是由一些离散、无记忆信源产生的一个符号的统计平均信息量,其单位为“比特/符号”。熵编码又称为变字长统计编码,它利用信息源产生的统计性质,对经常出现的符号应用短码,对不常出现的符号应用长码,从而避免造成图像损伤。有损编码根据人的视觉特性,对肉眼能看见的信息进行编码,从而有效地减少信源的冗余度。例如,人眼对图像的细节分辨率、运动分辨率、对比度分辨率的要求都有一定的限度,而且对图像的某种分辨率要求很高时,对其他分辨率则降低了要求。利用这一特点,可在不损伤图像主观质量的条件下压缩数码率,也就是用客观失真换取数码率压缩。

图像的信源编码还可分为帧内编码和帧间编码。帧内编码主要是去除空间的冗余度,常用于静止图像压缩编码,或用于活动图像编码的第一帧。帧间编码可同时去除空间域和时间域的冗余度,常用来编码一个图像序列中连续且相似的若干帧。

## 8. 信道编码

信道编码的实质是提高信息传输的可靠性,或者说增加整个系统的抗干扰能力。对信道编码的要求主要有两条:一是要求编码器输出码流的频谱特性适应信道的频谱特性,从而使传输过程中能量损失最小,提高信道能量与噪声能量的比例,减小发生差错的可能性。二是增强纠错能力,使得即使出现差错,也能得以纠正。前者要用到频谱成形技术,即合理地选择和设计数字信号的码型,使数字信号的频谱特性适应传输通道的频谱特性,后者则要用到差错控制技术,这是信道编码的主要内容。

信道编码又称差错控制编码或称纠错编码,其基本原理是为了使信源具有检错和纠错能力,按一定的规则在信源编码的基础上增加一些冗余码元(又称监督码元),使这些冗余码元与被传信息码元之间建立一定的关系,发送端完成这个任务的过程就称为纠错编码。在接收端,根据信息码元与监督码元的特定关系实现检错(发现错误码元)和纠错,输出原信息码元,完成这个任务的过程就称纠错解码。

## 9. 传输速率

传输速率是衡量数字信道传输能力的主要指标,它可用码元速率(简称码率,或称波特率、符号率)、信息速率(或称比特率)和数据传输速率(简称数据率)3种方式来描述。码率、比特率和数据率分别从不同的角度来说明信道传输的有效程度。在讨论信道特性,特别是传输频带宽度时,通常使用码率(波特率);在研究传输数据速率时,采用数据传输速率(数据率);在涉及系统实际的数据传输能力时,则使用比特率。

比特率( $R_b$ )是指单位时间内信道上传输信息的数量,单位是比特/秒(bit/s)。波特率( $R_B$ )是指单位时间(通常为秒)内信道上传输码元的数量。携带数据信息的符号单元叫做码元,码元的单位是波特(Baud),一个码元所携带的信息量,由码元所取的离散值个数决定。对于二进制码元来说,每个码元的信息量为1比特(bit)。比特是数据通信系统中信息的最小单位。当数据信息为M进制时,比特率与波特率的关系是 $R_b = R_B \log_2 M$

(bit/s), 当  $M=2$  时,  $R_b = R_B$ ; 当  $M=2^8=256$  时,  $R_b = R_B = \log_2 M = 8R_B$ , 则比特率是波特率的 8 倍。数据传输速率是指单位时间内传输的数据量。数据量的单位可以是比特、字符、码组等, 时间单位可以是秒 (s)、分钟 (min) 或小时 (h), 数据传输速率和比特率之间的关系要考虑用多少比特来表示一个字符。

### 10. 数字电视广播的国际标准

目前数字电视标准有 3 种: 美国的 ATSC、欧洲的 DVB 和日本的 ISDB, 其中前两种标准用得较为广泛, 特别是 DVB 已逐渐成为世界数字电视的主流标准。

(1) ATSC 标准: ATSC 是美国高级电视系统委会的简称, 与 1995 年经美国联邦通信委员会正式批准作为美国的高级电视 (ATV) 国家标准。ATSC 标准规定了一个在 6MHz 带宽内传输高质量的视频、音频和辅助数据的系统, 在地面广播信道中可靠地传输约 19Mbit/s 的数字信息, 在有线电视频道中可靠传输 38Mbit/s 的数字信息, 使该系统能提供的分辨率达常规电视的 5 倍之多。ATSC 被加拿大、韩国、阿根廷、中国台湾省及墨西哥采用, 亚洲及中北美洲的许多国家也正在考虑使用。

(2) DVB 标准: DVB 即数字视频广播, 是欧洲广播联盟组织的一个项目。目前已有 220 多个组织参加。DVB 项目的主要目标是找到某一种对所有传输媒体都适用的数字电视技术和系统。因此, 它的设计原则是使系统能够灵活地传输 MPEG-2 视频、音频和其他数据信息, 使用统一的 MPEG-2 传输比特流复用, 使用统一的服务信息系统, 使用统一的加扰系统 (可有不同的加密方式), 使用统一的 RS 前向纠错系统, 最终形成一个统一的数字电视系统。不同传输媒体可选用不同的调制方式和通道编码方法, 其中, DVB-S 采用 QPSK, DVB-C 采用 QAM, DVB-T 采用 COFDM。所有的 DVB 系列标准完全兼容 MPEG-2 标准, 同时制定了解码器公共接口标准、支持条件接收和提供数据广播系统等特性。目前, DVB 已经扩展到欧洲以外的国家和地区, 世界上现有 30 个国家、200 多家电视台开始了 DVB 各种广播业务, 100 多个厂家生产符合 DVB 标准的设备。欧洲的 DVB 重点放在 SDTV, 其 COFDM 制式的地面广播正在欧洲各国陆续开播。卫星的 MPEG-2/DVB-S 广播已于 1996 年开播。

DVB 是一个系列标准。各标准在视、音频编码方案和系统复接方案上是一致的, 都符合 MPEG-2 标准, 区别主要在于传输系统采用不同的方案, 分别适用于不同的传输媒介和应用环境。

截止到 1997 年已发布的 DVB 标准及适用的传输媒介如下。

DVB-S: 采用 11/12GHz 卫星频段进行传输的 DVB 系统标准, 广泛适用于各种转发器的频带和功放。

DVB-C: 采用有线电视系统进行传输的 DVB 系统标准。

DVB-T: 采用地面广播进行传输的 DVB 系统标准。

DVB-CS: 采用共用电视天线 (SMATV) 接入用户的 DVB 系统标准, 可与 DVB-C 或 DVB-S 联合使用。

DVB-MC: 在 DVB-C 传输系统基础上, 采用 10GHz 以下频率的 MMDS 直接向用户传输的 DVB 系统标准。

DVB-MS: 在 DVB-S 传输系统基础上, 采用 10GHz 以上频率的 MMDS 直接向用户传输的 DVB 系统标准。

DVB-SI: DVB 服务信息系统标准, 它使得 DVB 解码器能够进行自我配置, 并帮助用户



浏览 DVB 环境。

DVB-TXT: DVB 固定格式的图文电视标准。

DVB-CA: DVB 条件接收以及其他应用的公共接口标准。

DVB-RCT: DVB 在有线电视传输系统中的上行回传信道标准。

DVB-RCC: DVB 在共用电话交换网 (PSTN) 和综合业务数字网 (ISDN) 中的上行回传信道标准。

DVB-NIP: DVB 双向交互业务中与具体传输网络无关的协议标准。

DVB-PDH: DVB 与准同步数字系列 (PDH) 网络的接口标准。

DVB-SDH: DVB 与同步数字系列 (SDH) 网络的接口标准。

DVB-M: DVB 系统的测试指标。

DVB-PI: DVB 与有线电视和 SMATV 前端的接口标准。

DVB-IRDI: DVB 综合接收机/解码器 (IRD) 的接口标准。

(3) ISDB 标准: 日本数字电视 ISDB 标准, 于 1993 年 9 月制定, 其核心内容是既传数字电视节目, 又传其他数据。该综合业务服务系统中的视频编码、音频编码、系统复用等均遵循 MPEG-2 标准; 传输信道以卫星为主。迫于欧洲和美国的发展形势, 已将原定于 2005 年才开始数字电视广播的计划改为 2000 年开始, 并提出了 ISDB-T 制式。使数字电视地面广播再次出现三大制式并存的局面。

ATSC 和 DVB 标准在信道的传输方式、数字音频压缩标准和节目信息表上都有所差别。同时美国 ATSC 标准关注的是 UHF 和 VHF 频道的数字地面 HDTV, 在 6MHz 信道内只提供 19.3Mbit/s 的固定码率, 而欧洲 DVB 以单一系统方式针对 SDTV 和 HDTV。可用于所有广播媒体。在设计上码率可变, 在 8MHz 内可选择 4.9 ~ 31.7Mbit/s 不同的传输码率, 在支持条件接收方面, ATSC 还没有进行相应的工作。

上述 3 个标准的比较:

在传输方面, 美国首先考虑的是地面广播信道, 而欧洲和日本考虑卫星信道。

在图像规格方面, 美国考虑地面广播 HDTV, 欧洲强调图像可分级性, 日本强调多种数字业务集成, 不只传一种 HDTV 信号。

数字调制方式方面, 美国地面广播采用 8-VSB 或 16-VSB, 欧洲和日本地面广播采用 COFDM。而有线广播均采用 QAM, 卫星广播均采用 QPSK。

在音、视频编码复用方面, 除美国采用 AC-3 外, 其余均采用 MPEG-2。

## 1.2 数字电视的优点

与模拟电视相比, 数字电视有如下优点。

### 1. 图像传输质量较高, 距离远

模拟电视图像信号在传输过程中, 要受到传输信道特性 (幅频特性、微分增益、微分相位特性) 和噪声干扰等的影响, 质量不高, 而且经过多次转换传输, 通道特性和噪声干扰等影响的积累, 导致图像质量的进一步下降, 而这些影响对于数字电视信号来说有些是不存在的。数字电视信号在传输过程中, 多次中继 (或复制) 后不会发生干扰和噪声的积累, 同时可采用纠错编码技术, 提高抗干扰能力。所以数字电视在传输中保持信噪比基本不变,