

新
版



附赠光盘



提供电子教案增值服务

21世纪

高职高专系列教材

数字电视技术实训教程

◎刘修文 主编

◎袁士刚 刘文涛 副主编

◎杨安召 等参编

- 以实践编写实训内容
- 以实例分析常见故障
- 以照片增强感性认识
- 以视频演示实训操作



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



21 世纪高职高专系列教材

数字电视技术实训教程

主 编	刘修文				
副主编	袁士刚	刘文涛			
参 编	杨安召	陆燕飞	席彦彬	童玉骏	等
	蔡晓栋	周冬桂	白志华		
主 审	宋文辉				



机械工业出版社

本书以高职教育的培养目标为依据,以实训内容为主要线索来编写。内容包括:数字电视概述、数字电视编码技术、传输码流及其复用技术、数字电视传输方式与调制技术、卫星数字电视接收设备的安装与调试、有线数字电视双向传输技术、有线数字电视机顶盒、有线数字电视主要技术参数及其测量、有线电视故障分析与排除。随书所附光盘中收录了12个实训内容的演示录像。

本书内容丰富新颖、原理简明易懂,突出实际应用,注意将理论知识与实训操作相结合,特别适合作为高职高专院校数字电视技术课程的教材,也可用作本科院校相关专业的实训教材,以及广播电视系统工程技术人员的培训教材,还可供广大无线电爱好者和数字电视爱好者阅读。

图书在版编目(CIP)数据

数字电视技术实训教程/刘修文主编. —北京:机械工业出版社,2008.3
(21世纪高职高专系列教材)
ISBN 978-7-111-23625-2

I. 数… II. 刘… III. 数字电视—高等学校:技术学校—教材
IV. TN949.197

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第027479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:赵丽欣

责任编辑:赵丽欣

责任印制:杨 曦

三河市宏达印刷有限公司印刷

2008年3月第1版·第1次印刷

184mm×260mm·17.5印张·432千字

0001—5000册

标准书号:ISBN 978-7-111-23625-2

ISBN 978-7-89482-578-0(光盘)

定价:33.00元(含1VCD)

凡购本书,如有缺页,倒页,脱页,由本社发行部调换

销售服务热线电话:(010)68326294

购书热线电话:(010)88379639 88379641 88379643

编辑热线电话:(010)88379753 88379739

封面无防伪标均为盗版

21 世纪高职高专电子技术专业系列教材 编委会成员名单

主 任 曹建林

副 主 任 张中洲 张福强 祖 炬 董维佳
俞 宁 蒋蒙安 吕何新 伍湘彬
任德齐 华永平 吴元凯

委 员 (按姓氏笔画排序)

马 彪	邓 红	王树忠	王新新	尹立贤
白直灿	包中婷	冯满顺	华天京	吉雪峰
刘美玲	刘 涛	孙吉云	孙津平	朱晓红
李菊芳	邢树忠	陈子聪	杨元挺	张立群
张锡平	苟爱梅	姚建永	曹 毅	崔金辉
黄永定	章大钧	彭文敏	曾日波	谭克清

秘 书 长 胡毓坚

副秘书长 戴红霞

出版说明

根据《教育部关于以就业为导向深化高等职业教育改革的若干意见》中提出的高等职业院校必须把培养学生动手能力、实践能力和可持续发展能力放在突出的地位,促进学生技能的培养,以及教材内容要紧密结合生产实际,并注意及时跟踪先进技术的发展等指导精神,机械工业出版社组织全国近 60 所高等职业院校的骨干教师对在 2001 年出版的“面向 21 世纪高职高专系列教材”进行了全面的修订和增补,并更名为“21 世纪高职高专系列教材”。

本系列教材是由高职高专计算机专业、电子技术专业和机电专业教材编委会分别会同各高职高专院校的一线骨干教师,针对相关专业的课程设置,融合教学中的实践经验,同时吸收高等职业教育改革的成果而编写完成的,具有“定位准确、注重能力、内容创新、结构合理和叙述通俗”的编写特色。在几年的教学实践中,本系列教材获得了较高的评价,并有多品种被评为普通高等教育“十一五”国家级规划教材。在修订和增补过程中,除了保持原有特色外,针对课程的不同性质采取了不同的优化措施。其中,核心基础课的教材在保持扎实的理论基础的同时,增加实训和习题;实践性较强的课程强调理论与实训紧密结合;涉及实用技术的课程则在教材中引入了最新的知识、技术、工艺和方法。同时,根据实际教学的需要对部分课程进行了整合。

归纳起来,本系列教材具有以下特点:

- (1) 围绕培养学生的职业技能这条主线来设计教材的结构、内容和形式。
- (2) 合理安排基础知识和实践知识的比例。基础知识以“必需、够用”为度,强调专业技术应用能力的训练,适当增加实训环节。
- (3) 符合高职学生的学习特点和认知规律。对基本理论和方法的论述要容易理解、清晰简洁,多用图表来表达信息;增加相关技术在生产中的应用实例,引导学生主动学习。
- (4) 教材内容紧随技术和经济的发展而更新,及时将新知识、新技术、新工艺和新案例等引入教材。同时注重吸收最新的教学理念,并积极支持新专业的教材建设。
- (5) 注重立体化教材建设。通过主教材、电子教案、配套素材光盘、实训指导和习题及解答等教学资源的有机结合,提高教学服务水平,为高素质技能型人才的培养创造良好的条件。

由于我国高等职业教育改革和发展的速度很快,加之我们的水平和经验有限,因此在教材的编写和出版过程中难免出现问题和错误。我们恳请使用这套教材的师生及时向我们反馈质量信息,以利于我们今后不断提高教材的出版质量,为广大师生提供更多、更适用的教材。

机械工业出版社

前 言

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。数字电视技术涉及数据压缩、通信、计算机、网络工程、多媒体、流媒体和数据库等多方面的知识,内容涵盖高清晰度电视(HDTV)、标准清晰度电视(SDTV)和交互式数字电视与数据广播。

随着数字电视技术的迅速发展,高职高专院校电类或电子类专业普遍要开设数字电视技术这门课程,但目前适合高职高专院校使用的深浅适中的教材较少。为满足高职高专院校师生的迫切需求,以及对市县级广播电视行业工程维护人员进行数字电视知识普及的教学需求,我们编写了本书。

全书共9章。第1章数字电视概述,第2章数字电视编码技术,第3章传输码流及其复用技术,第4章数字电视传输方式与调制技术,第5章卫星数字电视接收设备的安装与调试,第6章有线数字电视双向传输技术,第7章有线数字电视机顶盒,第8章有线数字电视主要技术参数及其测量,第9章有线电视故障分析与排除。附录部分给出了“数字电视前端系统集成的工程设计与规划”和“加扰机安装调试方法”等内容,供读者参考。

目前很多高职高专院校还不具备完善的实训条件,为此本书提供了实训演示录像光盘,以加强学生的感性认识。通过观看录像,可以熟悉数字电视设备的安装与调试,掌握测量仪器的使用,学会常见故障的分析与排除。12个实训介绍了数字电视技术中最基本、最重要、最关键的知识,全部由具有丰富实践经验的广播电视系统与数字电视设备生产厂家的高级工程技术人员编写。

本课程基本授课50学时,实训38学时,机动2学时。学时分配建议如下:绪论、第1章共4学时,第8章4学时,其余各章6学时。实训1~10各2学时,实训11、12为4学时。

本书由刘修文任主编,负责全书的大纲制定、统稿;袁士刚、刘文涛任副主编,负责实训内容的组织编写与部分编写工作。其中第2章由杨安召编写,第6章由刘修文与陆燕飞编写,其余各章由刘修文编写。实训1、2、3、4、5、7由刘文涛编写,实训6由周冬桂、刘修文编写,实训8由陆燕飞编写,实训9由席彦彬编写,实训10由白志华、刘修文编写,实训11由蔡晓栋编写,实训12由袁士刚编写。附录A由陈天健、刘文涛编写,附录B由尹勇、李志刚编写。全书由宋文辉担任主审。实训演示录像光盘由童玉骏、曾国荣、刘崇云完成摄制。

为及时掌握国内数字电视技术的发展动态,作者在编写过程中参考了近期出版的《中国有线电视》《有线电视技术》等专业杂志,以及有关数字电视技术的书籍,在此谨向参考文献的作者及出版者表示诚挚的谢意!

鉴于数字电视技术的发展日新月异,以及作者水平有限,书中难免存在疏漏与不足,恳请专家和广大读者不吝赐教。

作 者

目 录

出版说明

前言

绪论 1

第 1 章 数字电视概述 2

1.1 数字电视的概念与优势 2

1.1.1 数字电视 2

1.1.2 高清晰度数字电视 3

1.1.3 数字电视的优点 4

1.1.4 我国数字电视的应用情况 5

1.1.5 广播电视数字化与三网融合 6

1.2 数字电视显示技术 7

1.2.1 彩色显像管 7

1.2.2 液晶显示器 10

1.2.3 等离子显示器 13

1.3 数字电视接收机 15

1.3.1 数字电视接收机的概念 15

1.3.2 数字高清晰度电视接收机的输入 接口 16

1.3.3 数字电视机顶盒 20

1.4 实训 1 数字电视与高清晰度数 字电视接收机 22

1.5 本章小结 24

1.6 习题 24

第 2 章 数字电视编码技术 25

2.1 数字电视系统的基本原理 框图 25

2.2 数字信号的产生及编码标准 26

2.2.1 模拟信号与数字信号的区别 26

2.2.2 模拟信号数字化 27

2.2.3 音频信号数字化 29

2.2.4 视频信号数字化 30

2.2.5 数字电视演播室视频编码的国际 标准、国家标准与行业标准 32

2.3 数字电视的信源编码 33

2.3.1 数字视频信号压缩的必要性与 可行性 33

2.3.2 MPEG-2 视频压缩编码简介 33

2.3.3 音频信号压缩的可行性 37

2.3.4 音频信号压缩编码简介 38

2.4 数字电视的信道编码技术 39

2.4.1 纠错编码的基本原理 39

2.4.2 RS 编码 41

2.4.3 卷积编码 41

2.4.4 交织码 42

2.4.5 伪随机序列扰码 43

2.4.6 3 种信道编码方式简介 44

2.5 实训 2 认识与了解数字电视 编码器 44

2.6 本章小结 46

2.7 习题 46

第 3 章 传输码流及其复用技术 47

3.1 MPEG-2 中的码流 47

3.1.1 基本码流与打包基本码流 48

3.1.2 节目码流 48

3.1.3 传输码流 48

3.2 MPEG-2 中的节目信息 50

3.2.1 节目专用信息(PSI) 50

3.2.2 业务信息(SI) 53

3.2.3 电子节目指南(EPG) 54

3.3 码流的应用 57

3.3.1 条件接入 57

3.3.2 数据广播 59

3.4 码流的复用 61

3.4.1 复用器功能概述 61

3.4.2 复用器组成框图 62

3.4.3 PSI 的重构 63

3.4.4 节目时钟基准的校正 63

3.4.5 PID 映射 64

3.5 码流分析仪 64

3.5.1 码流分析仪的作用 64

3.5.2 码流分析仪的功能 65

3.5.3 节目时钟基准测试分析 67

3.5.4 码流分析仪监测的 3 种级别

错误	68	调试	108
3.6 实训3 认识和了解数字电视复 用器	70	5.2 高频头	113
3.7 实训4 熟悉数字码流分析仪的 使用	71	5.2.1 高频头的作用与组成	113
3.8 本章小结	73	5.2.2 高频头的种类	114
3.9 习题	73	5.2.3 高频头的选用	116
第4章 数字电视传输方式与调制 技术	74	5.3 卫星数字电视接收机	117
4.1 数字电视传输方式	74	5.3.1 卫星数字电视接收机组成与工作 原理	117
4.1.1 数字电视地面广播	74	5.3.2 一体化调谐解调器	123
4.1.2 数字电视卫星广播	76	5.3.3 智能卡	124
4.1.3 数字电视有线广播	77	5.4 卫星数字电视接收机的使用与 调试	125
4.2 数字电视调制技术	78	5.4.1 接收前的准备工作及注意 事项	125
4.2.1 二进制数字调制基本方式	79	5.4.2 菜单操作方法	128
4.2.2 正交幅度调制	80	5.5 实训6 卫星接收天线的安装与 调试	130
4.2.3 四相相移键控	87	5.6 实训7 熟悉专业型数字卫星解 码器的使用	131
4.2.4 残留边带调制	89	5.7 本章小结	133
4.2.5 正交频分复用调制	91	5.8 习题	133
4.3 数字电视传输国际标准简介	92	第6章 有线数字电视双向传输 技术	134
4.3.1 美国 ATSC 标准	92	6.1 概述	134
4.3.2 欧洲 DVB 标准	93	6.1.1 有线电视双向网络的基本 结构	134
4.3.3 日本 ISDB-T 标准	95	6.1.2 有线电视双向网络的技术 趋势	135
4.4 中国数字电视传输标准简介	96	6.2 双向 HFC 传输	136
4.4.1 卫星数字电视传输标准	96	6.2.1 广电双向 HFC 网络的组成	136
4.4.2 有线数字电视传输标准	97	6.2.2 双向 HFC 网的传输特点	137
4.4.3 地面数字电视传输标准	97	6.2.3 光纤的传输特性	137
4.4.4 移动多媒体广播标准	97	6.2.4 光发射机的安装调试	139
4.5 实训5 认识和了解数字电视 QAM 调制器	98	6.2.5 光接收机的安装调试	141
4.6 本章小结	99	6.2.6 光工作站的安装调试	144
4.7 习题	99	6.2.7 同轴电缆的传输特性	147
第5章 卫星数字电视接收设备的安 装与调试	100	6.2.8 电缆放大器的安装调试	148
5.1 卫星电视接收天线的安装与 调试	100	6.2.9 HFC 双向数据传输的关键设备与 技术	151
5.1.1 天线的主要技术参数	100	6.3 以太网无源光网络传输 (EPON)	155
5.1.2 抛物面天线	103		
5.1.3 天线的馈源与极化	105		
5.1.4 卫星电视接收天线的选择	107		
5.1.5 卫星电视接收天线的安装			

6.3.1 EPON 概述	155	使用	184
6.3.2 EPON 网络结构	156	7.5.1 有线数字电视机顶盒的选型	184
6.3.3 EPON 网络传输特点	157	7.5.2 有线数字电视机顶盒的使用	185
6.3.4 EPON 技术在 HFC 双向网络中的应用	159	7.6 实训 9 有线数字电视机顶盒的安装与调试	188
6.4 交互式数字电视	160	7.7 本章小结	190
6.4.1 概述	160	7.8 习题	190
6.4.2 交互式数字电视的主要实现形式	161	第 8 章 有线数字电视主要技术参数及其测量	191
6.4.3 交互式数字电视系统的组成部分	162	8.1 概述	191
6.5 实训 8 认识与了解数字电视双向传输光设备	163	8.1.1 数字电视信号与模拟电视信号的不同	191
6.6 本章小结	164	8.1.2 测量仪器的分类	194
6.7 习题	165	8.2 DS1191 数字电视综合测试仪	194
第 7 章 有线数字电视机顶盒	166	8.2.1 DS1191 数字电视综合测试仪的主要功能	195
7.1 有线数字电视机顶盒组成	166	8.2.2 DS1191 数字电视综合测试仪的使用方法	196
7.1.1 数字电视机顶盒的种类与基本组成	166	8.3 有线数字电视主要技术参数及其测量	200
7.1.2 基本型有线数字电视机顶盒的组成	167	8.3.1 数字调制信号的技术参数	200
7.1.3 交互式数字电视机顶盒的组成	169	8.3.2 载波调制数字信号电平及其测量	201
7.1.4 双模数字电视机顶盒的组成	172	8.3.3 载噪比及其测量	202
7.2 一体化调谐解调器	174	8.3.4 比特误码率及其测量	202
7.2.1 调谐器	174	8.3.5 BER 与 C/N、MER 的关系	203
7.2.2 QAM 解调器	175	8.3.6 调制误差率(MER)及其测量	204
7.2.3 与卫星数字电视机顶盒的区别	176	8.3.7 星座图在测试中的应用	205
7.3 单片式解复用与解码芯片简介	176	8.4 实训 10 熟悉数字电视综合测试仪的使用	206
7.3.1 SC2005 芯片	177	8.5 实训 11 熟悉有线数字电视系统指标测试	207
7.3.2 MB8712250 芯片	177	8.6 本章小结	210
7.3.3 STi5518 芯片	178	8.7 习题	210
7.3.4 QAMi5516 芯片	178	第 9 章 有线电视故障分析与排除	211
7.3.5 国产芯片	180	9.1 有线数字电视故障的特点	211
7.4 电源电路	181	9.1.1 分析判断有线数字电视故障的依据	211
7.4.1 电源电路的组成	181	9.1.2 有线数字电视的故障现象	212
7.4.2 采用 TOP 系列的开关电源	182		
7.4.3 采用 $\times 0380R$ 的开关电源	183		
7.5 有线数字电视机顶盒的选型与			

9.2 有线数字电视前端故障分析与排除	212	9.4.3 Cable Modem 常见故障分析与排除	234
9.2.1 有线数字电视前端的组成	212	9.5 有线模拟电视常见故障分析与排除	235
9.2.2 有线数字电视前端的故障分析与排除	216	9.5.1 常见干扰故障的原因与排除	235
9.2.3 卫星数字电视接收机的常见故障分析与排除	217	9.5.2 常见接头故障的原因与排除	238
9.2.4 光发射机的常见故障分析与排除	222	9.5.3 光接收机常见故障的原因与排除	239
9.3 有线数字电视传输网络故障分析与排除	224	9.5.4 分配网络无信号故障的原因与排除	242
9.3.1 有关性能指标对用户接收数字信号的影响	224	9.6 实训 12 熟悉有线数字电视用户终端常见故障排除	243
9.3.2 有线电视网络传输码流易受干扰的频点与频段	225	9.7 本章小结	245
9.3.3 有线数字电视传输网络故障原因分析	226	9.8 习题	245
9.3.4 有线数字电视传输故障检修实例	227	附录	246
9.4 有线数字电视接收故障分析与排除	230	附录 A 数字电视前端系统集成的工程设计与规划	246
9.4.1 数字电视机顶盒安装常见故障	230	A.1 概述	246
9.4.2 有线数字电视接收故障检修实例	232	A.2 集成过程	246
		附录 B BNG-4A-SCR-2A 加扰机安装调试方法	254
		附录 C 关于鼓励数字电视产业发展若干政策的通知	265
		后记	268
		参考文献	269

绪 论

1. 本课程性质、目的和任务

本课程是高职高专院校通信、广播电视、应用电子技术、电子声像技术等专业的专业课。通过本课程的学习,要求学生了解数字电视系统的基本原理和传输码流的构成,了解数字电视的国际标准和国家标准,掌握数字电视技术中最基本、最重要、最关键的传输与接收技术、主要技术参数测量技术与常见故障排除技术。通过实训使学生具备从事电子、音像、通信、广播等工作的高素质劳动者和高级专门人才所必需的专业知识和技能。

2. 本课程学习的基本要求

- 1) 了解数字电视与高清晰度电视的概念,熟悉数字电视的优点。
- 2) 熟悉数字高清晰度电视机的概念,掌握数字高清晰度电视机的输入接口的作用。
- 3) 了解数字电视系统的基本原理和构成,熟悉信源编码和信道编码的基本方法。
- 4) 熟悉节目码流与传输码流的组成,掌握传输码流包头与包识别(PID)的作用。
- 5) 熟悉编码器、复用器、调制器的组成及其使用。
- 6) 了解数字电视传输的国际标准,熟悉我国数字电视传输标准。
- 7) 熟悉卫星数字电视接收机组成及其工作原理,掌握卫星数字电视接收机的使用方法。
- 8) 掌握有线数字电视机顶盒的选型与使用。
- 9) 熟悉有线电视双向网络的基本结构与技术趋势。
- 10) 熟悉码流分析仪、数字电视综合测试仪的使用方法,掌握码流分析仪监测的3种级别错误与有线数字电视主要技术参数及其测量方法。
- 11) 熟悉有线数字电视传输网络故障的主要原因,掌握有线数字电视用户终端常见故障及其排除方法。

本课程学习重点为数字电视系统的传输、接收与测量技术。学习难点为数字电视的编码与调制方法,传输码流与条件接收。

3. 学习方法

1) 掌握扎实的基础知识。数字电视技术是一门高新技术,涉及到数据压缩、数字通信、计算机、网络工程、多媒体、流媒体和数据库等多方面的知识,在学习本课程之前,应预先掌握数字电路、数据通信、光纤传输、无线电基础、电视原理等专业基础知识,这是学好本课程的基础。

2) 多看多学,注意跟踪。为适应数字电视技术迅速发展的新形势,学生不仅要掌握扎实的基础知识,而且要学习、了解更多的现代数字电视的技术。因此要多参考几本教材和电视技术杂志,尽可能地跟踪数字电视技术的最新进展和应用。

3) 实地参观,增强感性认识。数字电视技术实践性极强,应组织学生参观当地的有线数字电视传输网络公司、无线数字电视发射机房,增强感性认识,激发学习兴趣。

4) 大胆动手,敢于实践。数字电视技术是应用技术,与我们的工作与生活息息相关。因此可从日常生活中的数字高清晰度电视机入手,了解数字高清晰度电视的传输与接收全过程。

第 1 章 数字电视概述

本章要点

- 了解数字电视与高清晰度电视的概念,熟悉数字电视的优点。
- 了解数字电视在我国的应用情况,理解三网融合的含义。
- 熟悉彩色显像管、液晶显示器、等离子显示器的结构及显示原理。
- 了解彩色显像管和等离子显示器采用的新技术与新工艺。
- 熟悉数字高清晰度电视机的概念,掌握数字高清晰度电视机的输入接口的作用。
- 熟悉数字机顶盒的概念及其关键技术。

1.1 数字电视的概念与优势

数字电视系统是指音频、视频和数据信号从信源编码、调制到接收和处理均采用数字技术的电视系统。数字电视系统也可开展数据业务。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和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声,只要其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,在只能传送一套模拟电视节目的频带内可传送多套数字电视节目,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。

1.1.1 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、信宿三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三种: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三个等级,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 $1 \sim 2$ Mbit/s,显示清晰度约 300 线;标准清晰度电视的视频比特率为 $3 \sim 8$ Mbit/s,显示清晰度为 350 ~ 600 线;高清晰度电视采用隔行扫描,视频比特率为 $18 \sim$

20 Mbit/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)。

1.1.2 高清晰度数字电视

高清晰度数字电视是目前世界上发达国家积极开发应用的高新电视技术,它采用数字信号传输技术,比普通模拟电视信号传输具有更强的抗干扰性能;图像的清晰度显著提高;接收图像的宽高比为 16:9;配合多声道数字伴音,可达到 35 mm 宽银幕电影的放映效果。

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三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视觉”。报告中以观看距离为屏面高度三倍的依据是: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 分弧度(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 1920×1080,图像宽高比为 16:9,并能传送数字声音的电视系统”。

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的比较如图 1-1 所示。

目前的 HDTV 主要有以下三种显示分辨格式: 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 50 Hz 场频,与以前 PAL 制式的场频相同。

在 1080i 显示模式下,屏幕分辨率可以达到 1920×1080,采用隔行扫描方式,也就是说,电子枪首先扫描 540 行,再扫描另一个 540 行,两者叠加构成完整画面,而对于一般消费者来说,540 行的垂直分辨率水平,其显示效果已经令

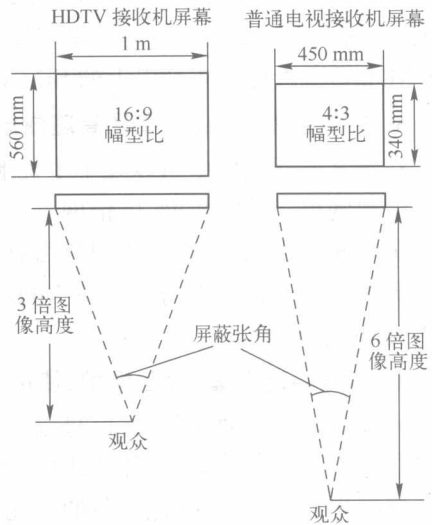


图 1-1 高清晰度电视接收机与普通电视接收机屏幕尺寸及观看距离的比较

人相当满意了,也可以说是达到了 HDTV 的高画质的要求。

我国首个数字高清电视频道——央视“高清影视”频道于 2006 年 1 月正式在全国范围内播出,这也是全球第一个中文数字高清频道。“高清影视”频道是利用高清数字技术制作和播出的付费频道,清晰度可以达到 DVD 的两倍。

1.1.3 数字电视的优点

模拟电视最明显的缺点是,在传输过程中,图像质量的损伤是积累的,即信号的非线性积累使图像对比度产生越来越大的畸变,长距离传输后图像的信噪比下降,图像清晰度越来越低,相位失真的累积使图像产生彩色失真、镶边和重影。模拟电视容易产生亮、色信号互窜,行蠕动,半帧频闪烁等现象。模拟电视还有稳定度差、可靠性低、调整不便、集成与自动控制困难等缺点。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会积累,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,接收端图像质量基本保持与发端一致,且传输距离不受限制。

2. 频谱资源利用率高

频谱资源是重要的国家资源,模拟电视的频谱资源有限,一套模拟电视节目要占用 36 MHz 带宽的卫星转发器,占用 8 MHz 的地面电视广播和有线电视频带。而数字电视采用压缩编码技术,在 36 MHz 的卫星转发器中传送 5 套 SDTV 节目,显示清晰度约 400 线,在一个 8 MHz 频道内传送 4 套以上的 SDTV 节目。

3. 提供全新的业务,实现高速数据传输

在数字电视通信中可以互不干扰地同时传送文字、数据、语音、静止图像等多种数字信息。数字电视网可与计算机网、电信网互连互通,不仅使信息源更为丰富,还可以增加用户与各种信息源之间的交互性,实现用户自由点播节目、电子商务、网上购物、网上教学、网上医疗、网上游戏等多种高速数据业务。在 8 MHz 带宽内采用 64QAM(正交幅度调制),可以传输 32~38 Mbit/s 的数据率。

4. 信号稳定可靠,设备维护、使用简单

模拟电视信号数字化后,信号以二进制码的形式出现,它只有“0”和“1”两种状态,二进制数字信号不受电源波动、器件非线性的影响,所以信号能保持稳定、可靠。处理数字信号可采用大规模集成电路,可降低设备的功耗,减少体积,提高设备的可靠性。同时数字化设备不需调节,维护简单,使用方便。

5. 节省发送功率,覆盖范围广

数字电视发射设备在相同覆盖服务区所需平均功率,比模拟电视发射设备的峰值功率要低一个数量级,比如,模拟 MMDS 的接收电平最低为 56 dB,而数字 MMDS 在 64QAM 调制下接收电平仅为 39 dB,所以数字电视发射设备的覆盖范围比模拟电视相同功率的发射设备的

覆盖范围大几倍。

6. 灵活友好的人机界面

灵活和实用的人机交互界面,便于普通群众操作,除显示设备外,容易系统集成并大规模生产,价格低廉,便于推广普及。

7. 易于实现条件接收

数字电视信号容易进行加密/加扰,有利信息安全,便于实现付费电视、视频点播及交互式电视。

因此,技术上先进的数字电视系统,必然会取代模拟电视系统(但不是取消模拟电视技术)。数字电视系统与模拟电视系统示意图如图 1-2 所示。

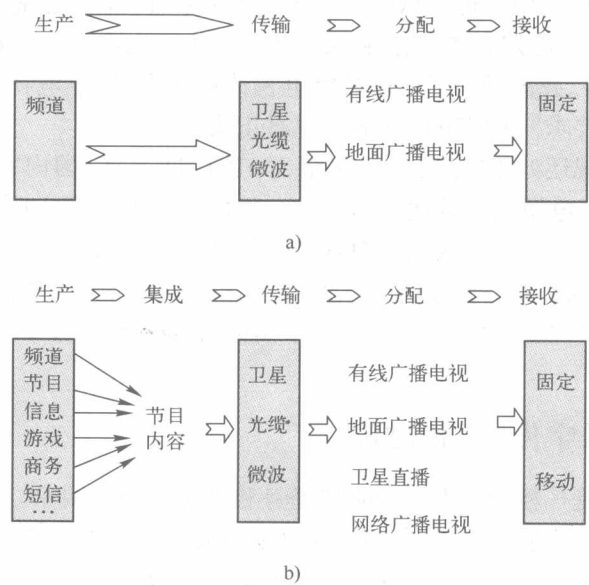


图 1-2 数字电视系统与模拟电视系统示意图
a) 模拟电视系统 b) 数字电视系统

1.1.4 我国数字电视的应用情况

我国数字电视的应用是从数字卫星电视开始。1995 年 11 月 30 日,中央电视台采用数字压缩技术,使用中星 5 号卫星 C 频段转发器播出体育、文艺、电影等 4 套数字压缩加扰收费的电视节目。当时采用的是美国 GI 公司的 Digicipher- I 制式的压缩设备,解码器使用 GI 公司生产的 DSR-3100。信号质量相当于 VHS 格式录像机水平,图像质量不高。

1996 年 5 月 30 日中央电视台的几套数字压缩频道的节目改由亚洲 2 号卫星 Ku 频段转发器发射,节目也从 4 套增至 5 套,多了一套中央 3 台(戏曲、音乐)节目。转星后,这 5 套中央台数字压缩频道的节目采用了美国 GI 公司研制的 Digicipher-2 数字压缩编码设备,解码器使用 GI 公司生产的 DSR-4400。

1997 年 1 月以后,省级电视台陆续试用 MPEG-2/DVB-S 数字压缩标准上星播出,到 2007 年 8 月底止,我国内地广播电视节目由原来使用亚洲 3S、亚洲 4 号、亚太 6 号、亚太 2R、中卫 1

号、鑫诺1号共6颗卫星、36个C波段转发器上传输的中央和各省市的152套卫星电视节目、155套广播节目全部转到鑫诺3号卫星(125°E)和中星6B卫星(115.5°E)上传输。在这2颗卫星上,共使用31个C波段转发器,传送165套电视节目和155套广播节目。

国家广电总局于2003年根据我国的基本国情和广电行业的实际情况,确定了我国广播电视数字化实行“三步走”战略:2003年开始全面推行有线数字电视,到2005年有线数字电视接收用户超过3000万户;2005年开始地面数字电视广播,停止上星节目的模拟方式传送,开展卫星直播业务;2008年起大力发展地面数字电视和高清晰度电视,2010年全面实现数字广播电视,2015年全面取消广播电视的模拟方式传输与发射。

国家广电总局从2003年开始,先后在全国49个城市和地区开展有线数字电视试点,2006年5月从试点转向全面推进。从已经转换的城市来看,数字电视带来了丰富多彩的文化娱乐和信息服务,得到了地方党委政府、社会各界和广大人民群众普遍欢迎。

2006年8月18日,我国颁布了地面数字电视传输标准《数字电视地面传输系统帧结构、信道编码和调制技术要求》并于2007年8月1日正式实施。

目前我国数字电视还处于发展初期,截至2007年11月底,国内有线数字电视用户数达2346.7万户,卫星数字电视用户数达2100万户,地面数字电视用户数只有24万户,IPTV用户数则达到114.2万户。数字电视用户总规模已累计超过4580万户。

2008年1月1日国务院办公厅转发了发展改革委等部门关于鼓励数字电视产业发展若干政策的通知(国办发[2008]1号)。在通知中明确规定了我国数字电视的发展目标。详细内容参看附录C。

1.1.5 广播电视数字化与三网融合

广播电视数字化是广播影视发展的必然趋势和必由之路。国家“十一五”发展规划纲要、国家文化发展规划纲要、国家中长期科技发展规划纲要,都将广播影视数字化作为重点工程项目加快推进。2008年国务院办公厅1号文件为推进“三网融合”规定了具体政策。

随着广播电视数字化的推进,新型广播电视业务层出不穷,如交互电视、视频点播、海量信息服务、车载移动电视、手持终端移动多媒体广播等。数字电视不仅仅将传输信号从模拟变成了数字,更重要的是改变了原来单一业务的运营模式,并由单向广播向双向交互式传输方式转变、基本业务向扩展业务与增值业务拓展。在确保公共服务的同时,为满足不同层次的不同需求,可提供包括高端业务在内的各种级别的服务,如电子游戏、电子医疗、电子健康、电子教育、电子商务等各种服务。

有线电视在实现数字化以后,实际上整个业务都有了变化。电视节目的形式在综合频道的基础上增加了专业频道、电视点播、付费频道等,服务方式增加了电子游戏、电子节目指南等。另外移动多媒体广播行业实际上是把地面数字电视广播和卫星数字电视广播结合,形成了一种新的媒体。同时由于新的传输方式可以做到图像移动的接收终端,因此出现了手机电视。也就是说电视的内容在数字化以后,可以通过卫星、地面发射、有线电视、电信网络、无线电信网络等方式传到所有的终端上面。

国家“十一五”规划明确指出:要“加强宽带通信网、数字电视网和下一代互联网等信息基础设施建设,推进三网融合”。目前,对于“三网融合”的概念有各种不同的理解和解析。国家广电总局杜百川副总工程师关于“三网融合”的解析是:“十一五”规划中明确提出的三网第一

是宽带通信网,是下一代通信网而不是现在的窄带通信网;第二是数字电视网,不是现在的模拟电视网;第三是下一代互联网,不是现在的互联网等。也就是说三网融合的基础是下一代通信网、互联网和数字电视网。

1.2 数字电视显示技术

显示技术是实现数字电视与高清晰度电视系统的关键技术。数字电视接收的最终目标就是要将来自数字演播室的高清晰度图像与高质量伴音信号经信源编码、信道编码、高速调制处理后通过卫星广播、有线广播、地面开路广播三种传输方式传输到接收端,再经高速解调、信道解码、信源解码后还原为与演播室质量相当的高清晰度的电视图像以及高品质的环绕立体声,从而能够高质量、无失真或少失真地呈现在节目观看者面前。作为人机界面的数字电视显示器件,在数字电视领域地位相当重要,其品质与特性将直接影响数字电视节目的最终接收与显示,因而选择性能优异、品质卓越的大屏幕、高清晰度显示器件对数字高清晰度电视机意义重大。

2006年3月,信息产业部对外正式发布了《数字电视接收设备——基础标准》、《数字电视接收设备——接口标准》、《数字电视接收设备——机顶盒标准》、《数字电视接收设备——机卡分离标准》、《数字电视接收设备——显示器标准》等25项行业标准。25项行业标准都是电子行业推荐性标准,不具有强制性。

《数字电视接收设备——显示器标准》一直是业内关注的焦点,因为此标准涵盖了等离子数字电视、液晶数字电视、液晶背投数字电视、CRT(阴极射线管)背投数字电视以及CRT数字电视等主要数字电视的技术规范,也就是说,它告诉人们什么样的电视才是数字高清电视。该标准显示,等离子电视、液晶电视、液晶背投电视、CRT背投电视等要想被认定为高清数字电视,至少必须满足清晰度达到720线(即人们常说的720p),CRT数字电视要被认定为高清电视清晰度必须达到620线以上。

1.2.1 彩色显像管

1. 彩色显像管的工作原理及结构

目前彩色电视机中广泛采用的是三色彩色显像管。它的基本原理是把红、绿、蓝三种基色图像同时显示在同一只显像管的屏幕上,并利用人眼对彼此挨得很近的三基色发光点不能分辨(称为混色效应)的特点来显现彩色图像。红、绿、蓝三种基色用字母R(红)、G(绿)和B(蓝)表示。彩色显像管的外型和黑白显像管差不多,但其内部却要复杂得多。它除了要在同一只管子内完成差不多相当于三个单色显像管的功能外,还要求具有好的“色纯度”和“汇聚”等功能。色纯度是指彩色显像管的每个基色光栅颜色的纯净程度。在结构上要求产生三种颜色的三个电子束的每一个电子束准确地轰击在与它相对应的颜色的荧光点上。否则,就会发生颜色的偏差,影响色纯度,形成彩色失真。为了保证每个电子束能对准自己相应的荧光点,必须使红、绿、蓝三个电子束在荫罩板(或荫条板)上会合在一起,并同时通过荫罩板上的某个孔打到荧光屏上所对应的荧光点上。为了保证整个屏幕的色纯度,不仅屏幕中心部分要重合(称为静汇聚),同时还要在电子束偏转扫描各点(即全荧光屏上)都重合。图1-3a所示为彩色显像管结构图,图1-3b所示为彩色显像管原理图。图1-4所示为4:3幅型比的21 in(英寸)电视机