

互动电视 系统工程

■ 赵仲明 王召福 编著



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

互动电视系统工程

赵仲明 王召福 编著

人民邮电出版社

北京

图书在版编目 (C I P) 数据

互动电视系统工程 / 赵仲明, 王召福编著. -- 北京:
人民邮电出版社, 2010. 8
ISBN 978-7-115-22996-0

I. ①互… II. ①赵… ②王… III. ①数字电视一系
统工程 IV. ①TN949.197

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第081558号

内 容 提 要

本书在介绍互动电视发展现状的基础上介绍了与互动电视系统信源相关的技术原理和工程设计要求, 与互动电视系统前端相关的技术原理和系统工程设计, 与互动电视系统传输相关的技术环境和工程设计要求, 以及与互动电视系统终端相关的技术规范和工程设计。

本书主要读者对象为从事互动电视及相关产业链上的技术研究人员、相关产品开发和工程实施人员以及大专院校相关专业的师生。

互动电视系统工程

-
- ◆ 编 著 赵仲明 王召福
责任编辑 梁 凝
 - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街14号
邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
北京铭成印刷有限公司印刷
 - ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 15.25 2010年8月第1版
字数: 367千字 2010年8月北京第1次印刷

ISBN 978-7-115-22996-0

定价: 48.00 元

读者服务热线: (010)67129264 印装质量热线: (010)67129223

反盗版热线: (010)67171154

前 言

互动电视，是逐步融合传统广播电视和新兴互联网技术而发展起来的一项新的业务形式。它以广播电视系统的数字化改造为基础，增加和融合基于互联网的新技术和新应用形式，为广大用户提供更丰富的服务内容和业务。

一、本书的编写基础

2009年，国家工业和信息化部授牌在广州市成立“国家数字家庭应用示范产业基地”。“国家数字家庭应用示范产业基地”把互动数字电视系统的应用作为实施数字家庭应用示范第一阶段的重点。

针对互动数字电视系统的应用示范情况，“国家数字家庭应用示范产业基地”的技术团队把相关的技术规范和工程实施经验进行了总结。本书是在“国家数字家庭应用示范产业基地”互动数字电视系统试点技术总结报告的基础之上形成的。感谢孙玉院士和罗笑南教授对技术总结报告和本书的筹划及指导，感谢“国家数字家庭应用示范产业基地”的郝晓、凌伯辉、陈华鸿、陈任、郝致安、高怀恩、李波、许晓伟、刘海亮、韩卫占、景志辉、李德智、李斐、卢林发等同志，他们为本书提供了很多有价值的内容。在上述工作基础之上，赵仲明和王召福完成了全书的编写。

限于作者技术水平、实践经验有限，本书的内容尚有不尽人意之处。本书的出版，希望能在业内起到抛砖引玉的作用。

二、本书的两条主线

（一）互动电视系统层次结构

本书的内容是讨论互动电视系统。互动电视的技术体系结构可以划分为业务层、支撑层、网络层和终端层四个系统层次（见图1）。以系统层次为主线，能够更全面地认识互动电视系统。

1. 业务层

互动电视系统的业务层包括广播业务、点播业务、EPG、内容制作、内容管理等业务内

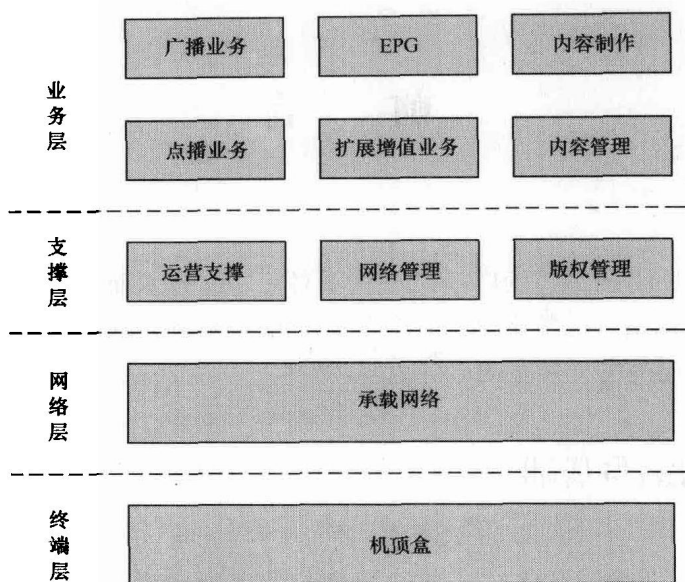


图1 互动电视系统层次结构

容。对应有前端广播系统、点播系统、EPG 系统、内容制作系统、内容管理系统等业务系统。本书的第二至八章主要讨论互动电视系统业务层相关的技术内容和工程设计。

2. 支撑层

互动电视系统的业务层包括运营支撑、网络管理和内容版权管理等技术内容。对应有运营支撑系统、网络管理系统、条件接收（CA）系统等业务系统。本书的第九至十一章主要讨论互动电视系统支撑层相关的技术内容和工程设计。

3. 网络层

互动电视系统的网络层是互动电视业务的网络承载平台，本书中所讨论的网络重点还是目前广电系统中使用最广泛的 HFC 网络。本书的第十二、十三章主要讨论互动电视系统网络层相关的工程设计，第十四章对下一代广播电视网（NGB）进行了探讨。

4. 终端层

本书中互动电视系统的终端层是指双向数字电视机顶盒。在机顶盒系统中呈现互动电视业务的相关内容，需要相关的技术规范支撑和成熟的工程技术实现。本书的第十五、十六章主要讨论互动电视系统终端层相关的工程设计和技术规范。

（二）互动电视系统构成

互动电视的技术体系结构还可以根据系统实施的位置划分为信源、前端、传输、终端四个设备环节，各环节横向又与互动电视的服务内容、软件平台和硬件平台相关联（见图2）。本书的另一条主线就是以互动电视系统设备环节为纲，从工程设计的角度认识互动电视系统的建设要求。

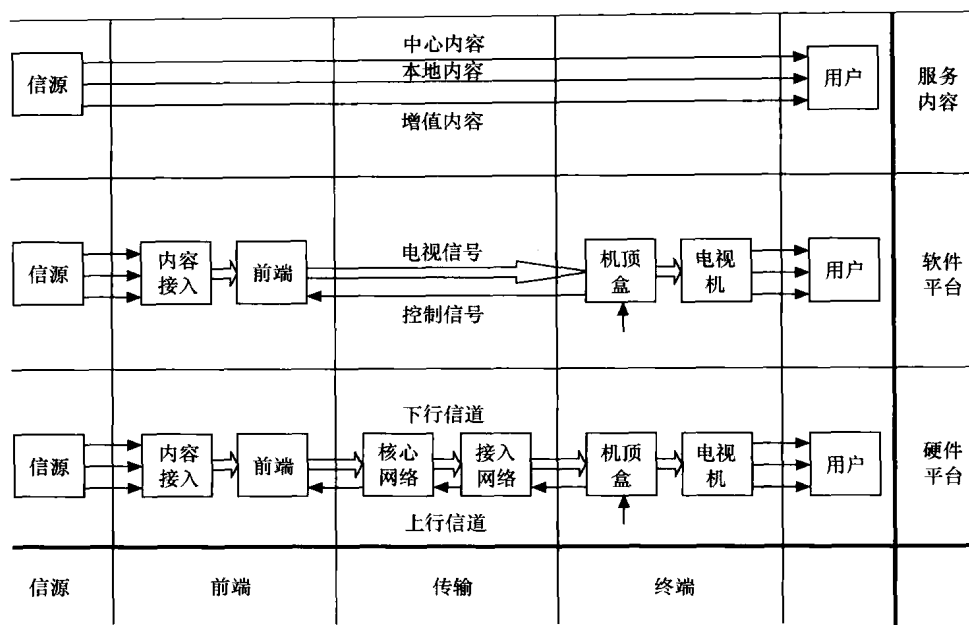


图2 互动电视系统构成

1. 互动电视系统的信源

信源部分讨论互动电视信号从哪里来，以什么格式提供的问题。

2. 互动电视系统的前端

前端部分讨论互动电视信号源如何发出、如何控制的问题。

3. 互动电视系统的传输

传输部分讨论互动电视网络如何建设，信号如何送达的问题。

4. 互动电视系统的终端

终端部分讨论互动电视的内容如何呈现，用户如何操作的问题。

全书在章节设置上考虑了设备环节的相互关系。本书第二至四章侧重于介绍互动电视系统信源相关的技术原理和工程设计要求，第五至十章侧重于介绍互动电视系统前端相关的技术原理和系统工程设计，第十一至十四章侧重于介绍互动电视系统传输相关的技术环境和工程设计要求，第十五、十六章侧重于介绍互动电视系统终端相关的技术规范和工程设计。

编著者

2010年3月

目 录

第一章 电视系统的发展	1
一、电视系统发展历史	1
(一) 电视机的发展历史	1
(二) 我国广播电视行业的发展历史	2
二、有线数字电视的整体转换	3
(一) 模拟广播电视奠定了电视理论基础	4
(二) 数字电视的信号数字化	6
(三) 数字电视传输是在模拟信道上的兼容发展	7
(四) 数字电视具有的技术优势	8
三、互动电视系统	9
第二章 数字电视信号处理原理及规范	10
一、数字电视信号处理	10
二、电视信号获取	10
(一) SDH 信号获取	10
(二) 卫星信号接收	11
(三) 本地节目制作	12
三、MPEG-2 信源编码	13
(一) 信源编码原理	13
(二) MPEG-2 码流的形成过程	15
(三) 关于节目流和传输流的定义	16
(四) MPEG-2 图像基本流的帧结构	16
(五) 数字音频信源压缩编码	18
(六) 打包基本流的帧结构	19
(七) 节目流的帧结构	20
(八) 传输流帧结构	21
(九) 数字电视的复用传输标准	21
四、数字电视信道编码技术	22
(一) RS 码	22
(二) 卷积码	23
(三) Turbo 码	23
(四) 交织码	23
五、数字电视调制技术	24

第三章 高清数字电视的发展	26
一、高清数字电视发展	26
(一) 清晰度(分辨率)的表述	26
(二) 高清与标清的差别	27
二、高清晰视频制作标准	29
(一) 日本 ARIB 相关标准	29
(二) 美国高清制作标准	29
(三) 欧洲的高清制作标准	30
(四) 我国高清制作的标准化	30
三、高清编解码标准	31
四、高清数字电视信号的传输	35
第四章 互动电视系统的媒资管理	39
一、互动电视媒资管理系统	39
(一) 媒体资产管理系统的技术	39
(二) 建设媒体资产管理系统的要求	40
(三) 媒资管理系统实现	41
二、媒资管理存储系统的工程设计	44
(一) 技术要求	44
(二) SAN/NAS 存储架构	45
(三) RAID 技术	46
(四) 存储容量设计	49
(五) 分级分布式存储策略	49
第五章 数字电视前端设备	52
一、数字电视前端系统的设计	52
(一) 前端系统设计步骤	52
(二) 设备连接图示例	54
二、前端机房的技术要求	56
(一) 机房环境规范	56
(二) 设备机柜规范	56
(三) 设备供电规范	57
(四) 机房布线规范	57
(五) 尾纤布线规范	58
三、前端设备的技术要求	58
(一) 邻频传输的技术要求	59
(二) 前端设备的技术要求	60
四、互动电视系统前端的 IP 化	62
(一) IP 化的前端设备的特点	62
(二) 典型的 IP 化的前端设备	63

第六章 点播电视前端系统	65
一、准视频点播 (NVOD) 系统	65
(一) NVOD 系统的工作原理	65
(二) NVOD 系统的组成	65
二、基于 HFC 实现的点播系统	66
(一) 视频点播前端系统的原理	66
(二) 网络基础	68
(三) 视频点播的业务管理	69
(四) IP-QAM 部署	73
(五) 视频服务体系部署架构	75
三、时移电视系统	76
(一) 时移电视原理	77
(二) 节目采编设备	78
第七章 互动电视扩展增值业务	80
一、扩展增值业务的技术	80
(一) 扩展增值业务的实现方法	80
(二) 扩展增值业务与中间件标准	80
(三) 基于 DVB-MHP 标准的中间件	81
(四) 以浏览器为中心的中间件	81
(五) 基于浏览器的扩展增值业务与云计算	86
二、扩展增值业务的内容	86
(一) 互动游戏	86
(二) 商务电视	87
(三) 信息电视	89
(四) 服务电视	93
第八章 电子节目指南 (EPG) 业务系统	95
一、数字电视电子节目指南	95
(一) 基于 DVB SI 的 EPG	95
(二) EPG 的技术规范	96
(三) EPG 技术要求	98
二、EPG 系统的实现	99
(一) EPG 的软件结构	99
(二) EPG 发送端子系统的实现	100
三、互动电视增值业务与 IPG	102
(一) IPG 的实现	102
(二) IPG 以及相关典型增值业务	102
(三) 面向双向机顶盒的 Web EPG 系统架构	104
第九章 互动电视运营支撑系统	105
一、业务运营支撑系统 (BOSS)	105

(一) BOSS 系统的基本功能要求	105
(二) BOSS 系统的层次结构设计	106
(三) 面向服务的业务管理	109
二、下一代运营支撑系统 (NGOSS)	109
三、互动电视支付系统	114
(一) 支付平台安全管理	115
(二) 支付平台接口举例	116
第十章 互动电视版权管理	121
一、互动电视的条件接收 CA	121
(一) 条件接收系统概念	121
(二) 条件接收系统原理	121
(三) 条件接收系统的要求	122
(四) 条件接收系统组成	123
(五) DVB-CA 系统的同密标准	124
(六) CA 与 SMS 的关系	127
(七) UDRM 系统	127
二、条件接收的机卡分离技术	130
(一) DVB-CA 系统的多密标准	130
(二) UTI 标准	131
(三) 多密的机顶盒加密系统的接口	132
三、数字版权管理 DRM 系统	133
(一) DRM 系统及原理	133
(二) DRM 与 CA 技术有着不同的特点	134
(三) 关于 DRM 的争论	134
第十一章 互动电视系统的网络管理	135
一、网络管理技术标准	135
(一) ISO/ITU-T 的标准化情况 (CMIS)	135
(二) IETF 的网管标准化情况	137
二、基于 SNMP 的网络管理系统	141
(一) 基于 SNMP 的网络管理	141
(二) 基于 SNMP 的 HMS 标准	143
三、基于 CMIP 的网络管理系统	144
四、互动电视机顶盒管理	148
(一) 机顶盒管理需求	148
(二) 机顶盒管理系统设计	150
第十二章 互动电视网络传输	152
一、有线电视网络基础	152
(一) 开放系统互连 OSI 参考模型	152
(二) 有线电视网络	153

(三) 以太网技术基础	154
二、HFC 中的光纤网络	158
(一) 长途光缆	158
(二) 接入光缆	158
(三) 光节点	159
(四) 光收发系统	160
(五) FTTB 的概念	161
三、HFC 中的同轴电缆	162
(一) 射频同轴电缆基础	162
(二) 同轴传输的分配系统	163
四、网络设计概要	163
(一) 指导思想	163
(二) 网络规划与设计的内容	164
(三) 网络结构	164
第十三章 互动电视 HFC 网络双向接入工程	167
一、Cable Modem 网络用户接入技术	167
(一) Cable Modem 接入原理	167
(二) 技术实现方式	168
(三) 技术特点与应用分析	170
二、基于局域网的用户接入技术	171
(一) 概述	171
(二) 技术原理	171
(三) 技术实现方式	171
(四) 业务承载能力	171
(五) 技术特点及应用分析	172
三、基于 EOC 用户接入技术	172
(一) 基带 EOC 技术	172
(二) BIOC 技术	174
(三) MOCA (Media Over Coax Alliance)	176
四、用户接入技术对比	177
(一) 试点实际应用方案	177
(二) 主流双向改造技术方案对比表	180
(三) 应用场景	182
第十四章 下一代广播电视网络	185
一、面向三网融合的 NGB	185
(一) 下一代广播电视网 (NGB) 的提出	185
(二) NGB 技术特点	185
(三) NGB 与三网融合	187
二、FTTH 与 NGB	189
(一) 从 FTTB 到 FTTH	189

(二) 三网融合下的 FTTH	192
第十五章 双向机顶盒工程设计	195
一、双向机顶盒的原理和功能	195
(一) 双向数字电视机顶盒的原理	195
(二) 数字电视机顶盒的功能	198
二、双向机顶盒的硬件设计	200
(一) 硬件组成	200
(二) 常用硬件开发方案	201
三、机顶盒软件构成	202
(一) 数字电视机顶盒嵌入式实时操作系统	202
(二) 中间件软件平台系统	202
(三) 应用程序	203
(四) 集成开发环境 (IDE)	204
第十六章 终端设备的技术规范	206
一、终端设备相关标准	206
(一) 对音视频编解码标准的支持	206
(二) 对节目保护标准的支持	206
(三) 对接口标准的支持	207
(四) 机顶盒中间件标准	209
(五) 机顶盒升级技术规范	209
二、终端设备人机交互技术	211
(一) 传统电视遥控方式	211
(二) 空间定位电视遥控方式	211
(三) 触摸电视遥控方式	213
(四) 矢量字库与输入法	214
三、终端设备的其他规格	215
(一) 数字电视一体机	215
(二) 带有存储能力的机顶盒	216
(三) 双解码或多解码机顶盒	216
附录一 互动电视相关标准	217
(一) 国家标准	217
(二) 广播电视行业标准	219
(三) 电子行业标准	222
(四) MPEG-2 标准 (ISO/IEC 13818)	224
附录二 缩略语英汉对照	227
参考文献	231

第一章 电视系统的发展

一、电视系统发展历史

（一）电视机的发展历史

当前，电视在人们的日常生活中占据着重要的位置。大多数的用户可以通过电视收看新闻资讯，观看体育赛事，欣赏影视剧甚至进行电视购物。电视作为一种优势媒介，也成为很多厂商进行产品广告宣传的平台。

电视用电的方法即时传送活动的视觉图像。19 世纪末，从事电子技术研究的科学工作者开始研究设计电子方式传送图像的技术。1923 年，俄裔美国科学家兹沃里金申请到光电显像管、电视发射器及电视接收器的专利，他首次采用全面性的“电子电视”发收系统，成为现代电视技术的先驱。1924 年，英国和德国科学家几乎同时成功地运用机械扫描方式传送了静止图像。但当时电视传播的距离和范围非常有限，图像也相当粗糙。1925 年，英国科学家贝尔德组装了第一台机械电视。

1928 年，美国纽约 31 家广播电台进行了世界上第一次电视广播试验，播出第一套电视片。整个试验持续了 30min，有 10 多台电视机收看了该节目。此举宣告了作为社会公共事业的电视技术的问世，是电视发展史上划时代的事件。从此，电视机开始改变了人类的生活、信息传播和思维方式。1929 年美国科学家伊夫斯又发明了彩色电视机，在纽约和华盛顿之间播送 50 行的彩色电视图像。

1933 年兹沃里金研制成功可供电视摄像用的摄像管和显像管。完成了使电视摄像与显像完全电子化的过程，至此，现代电视系统基本成形。今天电视摄影机和电视接收机的成像原理与器具，就是根据他的发明改进而来。1939 年美国 RCA 批量推出完全电子化成像的黑白电视机，美国开始播出固定的电视节目，人们的生活从此与电视产生了深刻而复杂的联系。

中国第一台黑白电视机诞生在 1958 年，当时我国电视机研制技术与欧美国家的发展水平基本处在同一起跑线。

1970 年 12 月 26 日，中国生产了第一台彩色电视机，从此拉开了中国彩电生产的序幕。但由于历史原因，20 世纪 70 年代中国彩电业的发展缓慢，除彩电显像管等关键部件仍需要进口外，产量、性能、质量等方面与同期已高速发展的日本相比，差距明显拉大。乘改革开放的东风，中国电视机事业在 20 世纪 80 年代初得到了重新发展。1985 年中国电视机产量已达 1663 万台，超过了美国，仅次于日本，成为世界第二大电视机生产国。到 1987 年，中国电视机产量已达 1934 万台，超过了日本，成为世界最大的电视机生产国。

20 世纪 80 年代,我国发展电视机事业的指导思想是在自力更生基础上,采取以市场换技术的指导方针,与国外合作,利用世界先进技术和设备来发展自己的民族彩电工业。这期间国产品牌无论是技术还是规模都有了长足的进步。20 世纪 80 年代后期,外国彩电企业凭借其技术优势和品牌优势,争先抢夺中国彩电市场,造成国产品牌发展和产品销售趋弱。

进入 20 世纪 90 年代后,国内彩电市场格局动荡,一些诞生于计划经济时代的老彩电企业由于竞争能力弱,相继停产、转产甚至破产,被无情淘汰,而长虹、康佳、TCL、创维等一批实力雄厚、技术先进、竞争意识强的彩电企业进入大发展时期,成为中国彩电市场的骨干企业。国外品牌在国产彩电技术飞跃提升和连续的市场大战后,市场销售日渐萎缩。

到 20 世纪 90 年代中期,中国已有彩电企业近百家,国产品牌彩电年产量高达 3500 万台,从而稳居世界首位并保持至今。与此同时,国产彩电在质量和高新技术含量上的不断提高为开拓国内市场奠定了基础,而价格更是具有与外国品牌竞争的优势。1996 年,国产彩电销售额首次超过进口彩电,取得了历史性的胜利。到 1998 年,国内彩电业进入成熟期,产量持续位居世界首位,电视机产量达到 3513 万台,其中彩电产量 2643 万台,彩电产量增长到 1980 年的 822 倍。从应用情况看,国内城镇居民家庭彩电拥有量早已经超过 100%,而 2007 年农村居民家庭彩色电视机百户拥有量也已经达到了 94%,电视机成为改革开放 30 年来对国内居民生活最具影响力的产品。

在新的世纪里,我国电视机产量稳居世界首位,电视机产品技术不断进步,以液晶为代表的平板电视发展很快。2007 年,我国共生产彩电 8807 万台,其中 CRT 彩电产量 6000 万台,占总产量的比重约为 68%,液晶电视产量约为 2600 万台,约占总产量的 30%。2008 年,我国共生产彩电 9024 万台,平板电视产量呈不断增长的态势。平板电视出现后,家电产品和 IT 产品的概念趋向融合,可以接驳更多的信号源和信息源,这些应用技术的开发将成为彩电企业产品差异化的重要因素,也成为电视机产业发展新的增长点。

电视机产业对国民经济的带动作用十分明显。据原信息产业部一项统计资料显示,1998 年中国就已经有 3 亿电视用户,当时电视机及其带动的电子元器件等电子产品的产值约占全国电子信息产品总产值的 43%。2008 年全球经济危机导致电视机出口下降,在相关政策引导及税收政策刺激下,2008 年末实施的家电下乡工程使我国国内农村市场得到充分挖掘。

1996 年,第 51 届联大通过第 51/205 号决议,宣布 11 月 21 日为世界电视日,纪念联合国在 1996 年的这一天召开第一次世界电视论坛。

(二) 我国广播电视行业的发展历史

新中国的广播电视事业从一穷二白开始建设,在 60 多年的发展历史中取得了令世人瞩目的成就。半个多世纪以来,我国广播电视业大致可以分为三个发展阶段,分别是 1940~1978 年、1979~1997 年和 1998 年至今的三个阶段。

技术发展阶段的不同,社会环境的不同,以及人们对广播电视认知度的差异性,使得我国广播电视在三个不同阶段采用的模式有所不同。在不同的模式下,广播电视在各个阶段所发挥的作用也有所不同。

1. 第一阶段

1949~1978 年是我国广播电视业发展的第一个大的阶段。在解放初的这段时间里,我国广播电视业采用了事业性“单一宣传型”的运营模式,只重宣传,不重服务。由于广播电视承担着单一的宣传任务,又定性为事业单位,所需经费完全由国家财政负担。

这个阶段,我国广播电视节目都是靠专用微波线路传送。由于我国幅员辽阔,地形复杂,加上微波线路越长中间环节越多,传送质量难以保证,所以到了 20 世纪 70 年代末的时候,我国广播人口覆盖率只有 53%,电视人口覆盖率只有 49.5%。

2. 第二阶段

1979~1997 年是我国广播电视业发展的第二个大的阶段。在这 19 年间,由于改革开放的不断深化,我国经济得到了持续高速发展,与之相适应,我国广播电视业取得了空前的高速发展,其表现在以下方面。

(1) 在规模上,1997 年广播电台发展到 1363 座,无线电视台发展到 980 座,到 1997 年年底,经国家广播电影电视总局批准的有线电视台将近 1300 座;全国有线电视网络线路长度超过 200 多万公里,其中光缆干线超过 26 万公里,近 2000 个县建设了有线电视网络;其中有 400 多个县已实现了光缆到乡镇或村;有线电视用户数达 7000 多万。中国有线电视已具备相当大的规模。

(2) 在经济来源上,电视行业相关单位由单一的财政拨款转变为拨款与自筹资金相结合,许多电视台实现了自收自支。广播电视的单一宣传功能发展到宣传功能与产业功能相结合,所有的电台、电视台都有自己的经营收入。

这个阶段技术方面是有线电视快速发展,从共用天线逐步发展到以电缆方式为主的企业或城域网络,传输的节目的套数一般为几十套,开始应用光缆作远程传输。

3. 第三阶段

1998 年至今是我国广播电视业发展的第三个大的阶段。

随着我国广播卫星技术的不断进步,在“十五”计划实施的第一年,中国发展卫星直播产业的政策基础就已经奠定了。

广播电视产业的快速发展,特别是国外传媒的进入,促使我国广播电视产业进入新的发展阶段,努力能在国际媒介市场竞争中占居优势地位。从 1999 年起,广播电视系统开始了产业化管理,并着手组建广播电视集团。

这个阶段的技术是数字电视得到发展,注重用户体验的互动电视系统开始逐渐浮出水面。运营部门在满足了用户收看电视的基本需求的同时,朝着大容量、数字化、双向功能和区域联网等方向发展。

二、有线数字电视的整体转换

有线电视数字化是科技发展的趋势,是国民经济和社会发展的要求,是国家信息化、城

市现代化的标志。有线数字电视整体转换是从模拟向数字转换的必要措施。

数字电视就是指从演播室到发射、传输、接收的所有环节都是使用数字电视信号或该系统所有的信号都是通过由 0、1 数字串构成的数字流来传播的电视类型。

数字电视广播，其信号流程包括制作（编辑）、信号处理、广播（传输）和接收（显示）几个过程。

（1）目前用于数字节目制作的手段主要有：数字摄像机和数字照相机、计算机、数字编辑机、数字字幕机。

（2）用于数字信号处理的手段有：数字信号处理（DSP）技术、压缩、解压、缩放等技术。

（3）用于传输的手段有：地面广播传输、有线电视（或光缆）传输、卫星广播及综合业务数字网（ISDN）等。

（4）用于接收显示的手段有：阴极射线管（CRT）显示器、液晶显示器、等离子显示器、投影显示（包括前投、背投）等。

（一）模拟广播电视奠定了电视理论基础

模拟广播电视是现有电视系统的基础，在模拟电视系统中，有线电视信号的远距离传输，图像信号单独调制到一个图像载频上传输；如果采用一路伴音，就把伴音信号调制到一个伴音载频上传输；如果采用两路伴音，就把这两路伴音信号分别调制到两个不同的伴音载频上传输。这些载频保持一定的频率监管。然后，把这些分别形成的射频信号合在一起，形成一路电视节目射频信号，在一个宽带信道中一起传输。最后，很多路电视节目射频信号，再在混合器中，通过频分多路，形成多路电视节目射频信号，分配到千家万户。

其基本特征表现为：

- ① 摄像机把瞬时静止图像转化成为电视信号；
- ② 电视台把电视信号广播给用户电视机；
- ③ 电视机把电视信号恢复成为瞬时静止图像；
- ④ 大量相邻瞬时静止图像使得人们感受动态图像。

1. 彩色模拟电视图像射频信号的频谱结构（见图 1-1）

图像信号载波频率为 f_c ，采用调幅残留边带调制；

图像载频频带宽度 $(f_c+6.25) - (f_c-1.25) = 7.5\text{MHz}$ ；

色度信号载波频率为 $f_{sc}=f_c+4.43\text{MHz}$ ，采用正交平衡调制；

色度载频频带宽度 $(f_{sc}+1.3) - (f_{sc}-1.3) = 2.6\text{MHz}$ 。

2. 彩色模拟电视伴音射频信号的频谱结构（见图 1-2）

如果采用模拟伴音，只有一路模拟伴音采用频率调制；

如果采用数字伴音，除了保留一路模拟伴音频谱之外，增加另一路数字伴音采用频率调制。其射频频谱如下：

模拟伴音信号载波频率为 $f_{AS}=f_c+6.50\text{MHz}$ ，带宽为 0.5MHz ；

数字伴音信号载波频率为 $f_{DS}=f_c+5.850\text{MHz}$ ，带宽为 0.8MHz 。

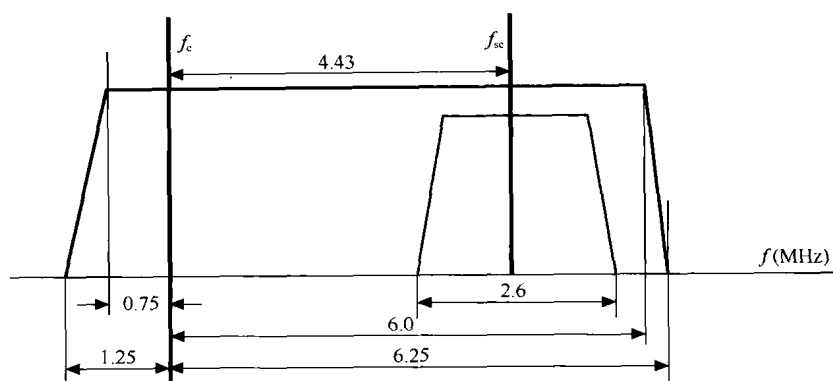


图 1-1 彩色模拟电视图像射频信号的频谱结构

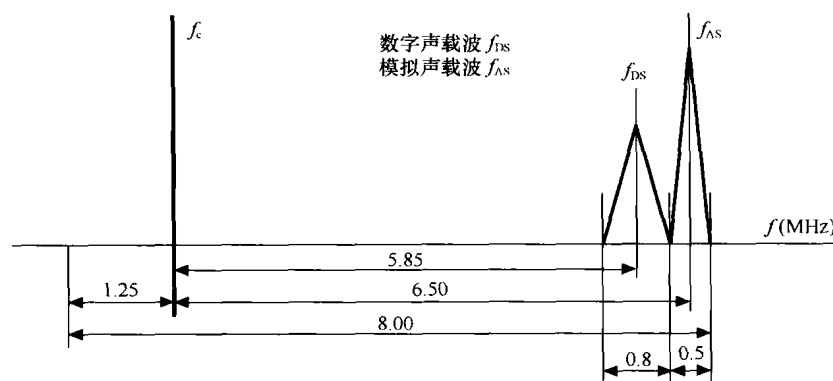


图 1-2 彩色模拟电视伴音射频信号的频谱结构

3. 彩色模拟全电视射频信号的频谱结构（见图 1-3）

模拟电视图像频谱加上模拟电视伴音频谱构成彩色模拟全电视射频信号的频谱。整个频谱带宽为 8.0MHz。

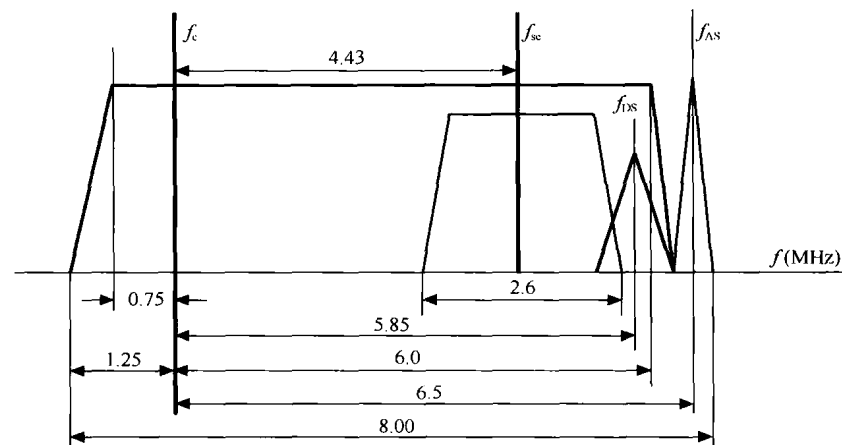


图 1-3 彩色模拟全电视射频信号的频谱结构