

高等学校电子信息类教材

# 现代广播电视网络技术 及其应用

• 陕西省广播电影电视局 编著



西安电子科技大学出版社

<http://www.xduph.com>

高等学校电子信息类教材

# 现代广播电视网络技术 及其应用

陕西省广播电影电视局 编著

|     |     |     |
|-----|-----|-----|
| 主 编 | 王福豹 | 王兴亮 |
| 副主编 | 洪 琪 | 孔延林 |
|     | 傅钢善 | 董淑福 |
| 参 编 | 李 勇 | 查新未 |
|     | 韩仲祥 | 李成斌 |

西安电子科技大学出版社

2001

## 内 容 简 介

本书全面系统地论述了当今和未来广播电视传输网络及网络技术,特别突出了HFC网络及双向传输问题,并结合实际应用情况,对有线电视的系统设计给出实际应用举例,最后论述了有线电视网络的综合业务实现。

本书内容新颖、技术实用、层次分明、易于掌握,对现代广播电视网络的应用具有一定的参考价值,可作为高等院校电子信息类专业及相关专业的教科书,也可作为广电部门管理干部和技术人员的培训教材,也是工程技术人员的必备参考书。

## 图书在版编目(CIP)数据

现代广播电视网络技术及其应用/王福豹,王兴亮编著.

—西安:西安电子科技大学出版社,2001.11

高等学校电子信息类教材

ISBN 7-5606-1067-6

I. 现… I. ①王… ②王… II. ①电视系统:网络系统—高等学校—教材

②广播系统:网络系统—高等学校—教材 IV. TN91

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 067904 号

责任编辑 徐德源

出版发行 西安电子科技大学出版社(西安市太白南路2号)

电 话 (029)8227828 邮 编 710071

http://www.xduph.com E-mail: xdupfxb@pub.xaonline.com

经 销 新华书店

印 刷 陕西画报社印刷厂

版 次 2001年11月第1版 2001年11月第1次印刷

开 本 787毫米×1092毫米 1/16 印张 12.625

字 数 291千字

印 数 1~4000册

定 价 15.00元

ISBN 7-5606-1067-6/TN·0188

XDUP 133800 1-1

\*\*\* 如有印装问题可调换 \*\*\*

本书封面贴有西安电子科技大学出版社的激光防伪标志,无标志者不得销售。

# 序

中国有线电视经历了近30年的发展,已经成为世界第一大有线电视用户国。目前,我国有线电视用户已经达到了8000多万,有线电视网络的里程超过了300万千米。

有线电视由最初的共用天线系统经过了闭路电视系统阶段,再到今天全新的光纤/同轴电缆混合(HFC)网络阶段。实践证明,HFC网络是当今技术经济环境下,能够为有线电视用户提供更好传输质量和更高可靠性的传输手段。光缆网起到高速连接的作用,电缆网起到方便和低廉的高速入户的作用,两者的有机结合,构成了有线电视网的基础。HFC结构的有线电视网能够直接把750 MHz甚至1 GHz的带宽送入用户家中,提供了开展多种业务的频道资源。

随着信息化时代的到来,人类正进入网络媒体时代,它以网络为标志。有线电视网络为高速交互式业务提供了物质基础,有实现大规模联网的条件,又是深入到千家万户的传输形式,由于大规模的网络传输设备和双向传输技术的开发成功,又由于因特网的出现,使人们看到了交互式网络的社会价值。因此,有线电视网的发展必将对社会政治、经济、文化、教育等产生巨大的影响。这个影响可以产生三个飞跃,一是技术的社会价值的飞跃,二是社会进步的飞跃,三是经济的飞跃。

正因为广播电视已经有了发达的网络,所以当人类社会进入新媒体时代的时候,广播电视作为传播媒体就具有了与新媒体结合的最佳基础。有线电视网络既是广播媒体的载体,又是网络媒体的载体。要充分发挥新媒体的作用,就得对我国现有的广播电视各种体制进行改革,首先完成的是有线电视网络的产业化改革。目前国家级、省级的有线电视网络的产业化改造正在进行当中。

我国广播电视的经营体制几十年来一直是一种粗放式的经营体制,这种体制已经不适宜网络媒体的发展需要,必须向集约式方向发展。所谓广播电视的集约式经营,主要体现在:将广播电视的有线和无线资源在全国范围内更加精细合理地分配使用;针对用户的不同需要尽可能多地开展不同的业务,并对这些业务进行精细的与效益相联系的管理;对每一个用户进行个性化管理,使他们尽量地各取所需,按需分配,同时最大限度地实现经营者的收益。实现集约式管理的技术关键是早日推出体制统一、标准统一、成本低廉、具有一定规模的数字机顶盒。

在播出体制上,将从时分制为主向频分制为主的方向发展。在新体制下,各类广播电视节目不仅可以按时间分配进行播出,而且可以按频道分配进行播出,越来越多的播出体制是以频道为主进行播出的。

在宣传模式上,必须从单向式向交互式方向发展,用户的主体意识将大大增强。

在业务体制上,必须从单一模式向多模式方向发展。未来的业务可分为:基本业务、扩展业务和增值业务。基本业务的特点是具有喉舌功能和公益性质,它是我国广播电视在网络媒体时代的主流业务,任何一个传输机构都必须保证它畅通地传输到每一个用户,并且采取公益性服务;扩展业务是采用传统的广播电视业务形式,为特殊用户群体提供的专业频道服务业务;增值业务是充分利用广播电视的网络资源,为社会提供数据信息服务,其中包括计算机联网、因特网接入,也包括数据广播、出租电路和其它各种网络信息服务。

在管理体制上,必须从块块为主向系统为主的方向发展。系统管理为主不是系统性平衡,而是由系统统一制定经营规范、统一业务模式和统一社会称谓等规范市场形象。

广播电视的体制改革已经成为当前广播系统的一件重要工作,我们应当在新媒体的大潮真正来临之际完成好自身的体制改革,为广播电视系统在新媒体时代的新发展中创造新的基础。

《现代广播电视网络技术及其应用》一书,抓住了当今广播电视网络发展的主流,全面论述了当前和未来广播电视网络发展的技术问题,特别突出了 HFC 网络及双向传输问题,并结合实际给出了一些具有参考价值的例证,同时对有线电视网络综合业务的开展做了较为详尽的论述。通过本书的学习,读者一定会接触到一个全新且实用的广播电视网络技术,一定会在理论探讨和实际应用中感受到该书的价值,从中受益。

本书的主要特点是内容新颖、技术实用、通俗易懂、便于掌握,具有一定的可操作性,可作为高等院校电子信息类专业及相关专业的教科书,也可作为各级广电部门技术干部的培训教材,也是工程技术人员必备的技术参考资料。

我深信作者为之付出的辛勤劳动一定能在社会上结出丰硕的成果,为广播电视事业作出积极的贡献。

国家广播电影电视总局信息网络中心主任  
陈晓宁

2001 年 8 月于北京

# 前 言

信息化社会离不开浩大的信息网的支撑,而广播电视网又是信息网的主要组成部分。随着国家提出的“村村通”目标的逐步实现,广播电视网也在不断扩大,家家户户通电视不再是梦想。

在我国,国家级、省级、地(市)级的干线网络已基本形成,各县级的网络也在逐步完成之中。本书将从广播电视网的基本知识讲起,论述传输网和接入网的技术问题,重点是光纤/同轴电缆混合(HFC)接入网的运用问题。从业务的角度讲,一是讲述双向业务的实现,二是介绍综合业务的开展,同时给出了应用的实例,供读者参考。

通过本书的学习,读者可以接触到一个全新的、实用的广播电视网络技术。

全书共分6章。

第1章,概论,讲述了广播电视网络的基本概念、技术指标及邻频传输系统;并对未来电视系统的发展作了论述。

第2章,网络及网络技术,给出了电视广播系统的总传输链路,讲述了传输网和接入网的基本结构和形式,以及对未来发展起决定作用的关键技术,重点介绍了各种接入网的运用问题。

第3章,光纤/同轴电缆混合(HFC)网,介绍了HFC网络的结构形式,重点是光缆的性能和各种设备的运用,同时还介绍了电缆网以及HFC网与传统CATV同轴电缆网的性能比较。

第4章,双向传输电视系统,论述了广播电视系统的双向传输技术,介绍了最基本的电缆电视系统的双向传输技术问题,重点介绍了HFC双向传输系统,同时,还对用户分配网络的双向传输问题作了论述。

第5章,有线电视网络系统设计,论述了有线电视网络的设计过程,包括总体要求、前端系统设计、光纤干线网络设计等,并给出了设计实例,最后简述了用户网的设计情况。

第6章,有线电视网络综合业务的实现,从基础性业务、扩展性业务以及增值性业务三方面论述了综合业务的实现问题。

本书的特点是内容新颖、实用性强、层次分明、通俗易懂、具有一定的可操作性,对现代广播电视网络的应用具有一定的参考价值,可作为高等院校电

子信息类专业及相关专业的教科书，也可做为广电部门管理干部和技术人员的培训教材，也是有关工程技术人员的必备参考书。

本书由陕西省广播电影电视局组织编写，王福豹、王兴亮任主编；洪琪、孔延林、傅钢善、董淑福任副主编。王兴亮编写了第1、2、4章，韩仲祥、李成斌参与了其中部分内容的编写；董淑福编写了第3、6章，李勇参与了第3章的编写，查新未参与了第6章的编写；洪琪、傅钢善编写了第5章。王福豹、王兴亮、孔延林等对全书进行了统稿。在编写过程中，始终受到了国家广播电影电视总局信息网络中心主任陈晓宁和副总工程师、网络研究所所长曾庆军的大力支持和指点，在此一并表示感谢。

限于编著者的水平，书中缺点错误在所难免，敬请广大读者和专家予以指正。

编 者

2001年8月于西安

# 目 录

|                         |    |
|-------------------------|----|
| <b>第 1 章 概论</b>         | 1  |
| 1.1 广播电视网络的概念           | 1  |
| 1.1.1 网络概况              | 1  |
| 1.1.2 网络组成及分类           | 2  |
| 1.1.3 有线电视广播系统的频率配置     | 5  |
| 1.2 有线电视系统技术指标          | 6  |
| 1.2.1 噪声特性与载噪比          | 6  |
| 1.2.2 失真特性              | 9  |
| 1.2.3 系统接口特性            | 10 |
| 1.3 有线电视的邻频传输技术         | 11 |
| 1.3.1 邻频前端系统组成          | 12 |
| 1.3.2 邻频前端系统的技术要求       | 14 |
| 1.4 有线电视系统的未来发展         | 15 |
| 思考与练习                   | 16 |
| <b>第 2 章 网络及网络技术</b>    | 17 |
| 2.1 电视广播系统总传输链路         | 17 |
| 2.2 传输网                 | 18 |
| 2.2.1 SDH 技术            | 18 |
| 2.2.2 ATM 技术            | 26 |
| 2.2.3 DWDM 技术           | 29 |
| 2.2.4 高速 IP 数据传输技术      | 33 |
| 2.3 接入网                 | 35 |
| 2.3.1 同轴电缆接入网结构         | 35 |
| 2.3.2 有线电视网的升级改造        | 37 |
| 思考与练习                   | 41 |
| <b>第 3 章 光纤/同轴电缆混合网</b> | 42 |
| 3.1 光纤/同轴电缆混合网概述        | 42 |
| 3.1.1 HFC 网的基本组成        | 42 |
| 3.1.2 HFC 网的几种结构形式      | 43 |
| 3.1.3 HFC 网的调制体制        | 45 |
| 3.1.4 HFC 网的主要技术指标分配    | 46 |
| 3.2 光缆传输系统的组成与技术指标分配    | 48 |
| 3.2.1 模拟调幅光缆传输系统        | 48 |

|              |                                 |            |
|--------------|---------------------------------|------------|
| 3.2.2        | 模拟调频光缆传输系统 .....                | 50         |
| 3.2.3        | 数字光缆传输系统 .....                  | 51         |
| 3.2.4        | 光缆传输系统的技术性能 .....               | 52         |
| 3.2.5        | 光纤 CATV 网络的几种拓扑结构 .....         | 53         |
| 3.3          | 光缆与光纤传输特性 .....                 | 55         |
| 3.3.1        | 光纤 .....                        | 55         |
| 3.3.2        | 光缆 .....                        | 56         |
| 3.3.3        | 光纤的传输特性 .....                   | 57         |
| 3.4          | 光纤传输设备 .....                    | 59         |
| 3.4.1        | 光发射机 .....                      | 59         |
| 3.4.2        | 光接收机 .....                      | 63         |
| 3.4.3        | 光放大器 .....                      | 66         |
| 3.4.4        | 光无源器件 .....                     | 71         |
| 3.5          | AM - VSB 光传输链路的总损耗与系统性能分析 ..... | 75         |
| 3.5.1        | 光缆链路总损耗 .....                   | 75         |
| 3.5.2        | 系统传输性能分析 .....                  | 76         |
| 3.6          | HFC 用户分配网络的形式 .....             | 79         |
|              | 思考与练习 .....                     | 81         |
| <b>第 4 章</b> | <b>双向传输电视系统 .....</b>           | <b>82</b>  |
| 4.1          | 双向传输技术 .....                    | 82         |
| 4.1.1        | 频率分割双向传输方式 .....                | 82         |
| 4.1.2        | 空间分割双向传输方式 .....                | 83         |
| 4.1.3        | 时间分割双向传输方式 .....                | 83         |
| 4.2          | 双向传输电缆电视系统 .....                | 84         |
| 4.2.1        | 双向传输的两种组成方式 .....               | 84         |
| 4.2.2        | 双向传输电缆电视系统的组成 .....             | 85         |
| 4.2.3        | 双向有线电视系统传输设备 .....              | 86         |
| 4.2.4        | 双向传输电缆电视系统信息交换方式 .....          | 89         |
| 4.3          | HFC 双向传输电视系统 .....              | 90         |
| 4.3.1        | 宽带 HFC 频谱分配 .....               | 90         |
| 4.3.2        | 双向 HFC 网络的构建 .....              | 91         |
| 4.3.3        | HFC 上行通道调制与复用方式 .....           | 94         |
| 4.4          | HFC 用户双向分配网络 .....              | 96         |
| 4.4.1        | 双向用户分配网络中的器件特性 .....            | 96         |
| 4.4.2        | 双向用户分配网的构建 .....                | 98         |
| 4.5          | 对网络的基本要求及网络管理 .....             | 100        |
|              | 思考与练习 .....                     | 101        |
| <b>第 5 章</b> | <b>有线电视网络系统设计 .....</b>         | <b>102</b> |
| 5.1          | 概述 .....                        | 102        |
| 5.1.1        | 了解基本情况 .....                    | 102        |
| 5.1.2        | 确定传输内容 .....                    | 103        |

|                             |     |
|-----------------------------|-----|
| 5.1.3 确定系统传输方式 .....        | 103 |
| 5.1.4 确定网络管理系统 .....        | 104 |
| 5.1.5 确定系统规模 .....          | 104 |
| 5.1.6 查询有关技术规范 and 标准 ..... | 104 |
| 5.2 前端系统设计 .....            | 105 |
| 5.2.1 适当选择前端位置 .....        | 105 |
| 5.2.2 合理选择电视频道 .....        | 105 |
| 5.2.3 选择最佳信号源 .....         | 105 |
| 5.2.4 前端设备选型 .....          | 106 |
| 5.2.5 前端配置设计图例 .....        | 108 |
| 5.3 光纤干线网络设计 .....          | 109 |
| 5.3.1 HFC 光纤网络设计原则 .....    | 109 |
| 5.3.2 系统设计基本方法与步骤 .....     | 113 |
| 5.3.3 光纤网络设计示例 .....        | 120 |
| 5.4 同轴电缆用户分配网络设计 .....      | 127 |
| 5.4.1 同轴电缆路由的选择 .....       | 127 |
| 5.4.2 同轴电缆的选择 .....         | 127 |
| 5.4.3 放大器的选择 .....          | 128 |
| 5.4.4 放大器供电 .....           | 129 |
| 思考与练习 .....                 | 130 |

|                                |            |
|--------------------------------|------------|
| <b>第 6 章 有线电视综合业务的实现 .....</b> | <b>131</b> |
| 6.1 多媒体技术 .....                | 131        |
| 6.1.1 多媒体技术的特点 .....           | 131        |
| 6.1.2 多媒体制作技术 .....            | 131        |
| 6.1.3 多媒体通信技术 .....            | 132        |
| 6.2 基础性业务 .....                | 133        |
| 6.2.1 数字电视(DTV) .....          | 133        |
| 6.2.2 高清晰度电视(HDTV) .....       | 136        |
| 6.2.3 数字视频广播(DVB) .....        | 143        |
| 6.3 扩展性业务 .....                | 145        |
| 6.3.1 图文电视(TELETEXT) .....     | 145        |
| 6.3.2 付费电视(Pay-TV) .....       | 147        |
| 6.4 增值性业务 .....                | 157        |
| 6.4.1 电话业务 .....               | 157        |
| 6.4.2 视频点播(VOD) .....          | 159        |
| 6.4.3 会议电视 .....               | 164        |
| 6.4.4 远程业务 .....               | 167        |
| 6.4.5 远程图像监控系统 .....           | 168        |
| 6.4.6 在 HFC 网上接入计算机 .....      | 169        |
| 6.4.7 有线电视网接入信息高速公路 .....      | 171        |
| 6.5 有线电视网综合业务例证 .....          | 173        |
| 6.5.1 青岛市有线电视综合业务网 .....       | 173        |

|                                   |     |
|-----------------------------------|-----|
| 6.5.2 重庆合川宽带综合信息网 .....           | 175 |
| 6.5.3 陕西杨凌综合业务网 .....             | 176 |
| 思考与练习 .....                       | 177 |
| <b>附录 1 有线电视广播系统技术规范</b> .....    | 178 |
| <b>附录 2 我国上空可收视卫星节目及参数表</b> ..... | 188 |
| <b>参考文献</b> .....                 | 191 |

# 第 1 章 概 论

广播电视网络在我国的发展方兴未艾，21 世纪初将全面实现村村通的远大目标。本章将概要介绍广播电视网络的基本知识、有线电视系统技术指标、有线电视的邻频传输技术以及广播电视网络的发展情况。

## 1.1 广播电视网络的概念

严格地讲，广播电视网络是一个有线与无线，广播与电视相结合的多功能、多形式、多层次的综合网络，它将涉及到有线广播、调频广播、电视广播、广播录音技术、微波传输、卫星广播接收、有线电视、微机控制以及天线与馈线系统等技术问题。

本书主要以有线电视(CATV)为主线来阐述广播电视网络。

### 1.1.1 网络概况

无线电广播电视频道的增加受到频率分配的限制，而有有线电视可以在前端演播室利用录像机等设备自办节目，也可以将卫星电视信号、微波中继信号和光纤线路传送的信号加以解调、调制，再经过电缆分配传送给广大电视用户。于是由作为传输线路的同轴电缆或光纤光缆，和具有能处理多路传输信号功能的光纤/同轴电缆电视传输系统构成了基本的广播电视网络。它可以高质量转播各种音频信号及当地的开路电视信号，还可以自办节目或转发卫星电视节目，并能双向传输和交换信息。

广播电视网络一般可分小型、中型或大型几种，其接收服务的用户数分别为几百户、数千户或几十万户以上。中小型网络通常采用电缆传输方式，而大型网络在体制上和结构上已从电缆向光缆干线与电缆网络相结合的光纤/同轴电缆混合(Hybrid Fiber Coax, 即 HFC)形式过渡。过去的有线电视系统一般只能传送 12 个频道节目。现在随着传输网络技术的提高，传送频道的数目也在不断增加。就我国现行电视制式而言，频带为 300 MHz 的系统有 28 个频道；频带为 450 MHz 的系统有 47 个频道；频带为 550 MHz 的系统有 59 个频道等。利用数字压缩技术，可传输 500 套电视节目的系统也将成为现实。

广播电视网络综合运用广播电视、通信、计算机多个领域的技术成果，扩大了系统的服务功能，逐渐发展成为综合性的传输系统。它的主要特点是：

(1) 收视节目多，图像质量好。

有线电视采用高质量的信号源，保证信号源的高水平，既可以改善弱信号地区的接收效果，减少雪花干扰，又可因用电缆或光缆传送，避免开路发射的重影和空间杂波干扰，使电视图像更加清晰。

可直接收视卫星发送的节目以及当地有线电视台发送的节目。

(2) 传送距离远, 传送节目多。

利用有线电视的多种传输方式可远距离传送电视信号; 采用先进的邻频前端等技术, 频道数目大为增加。

(3) 具有双向传输功能, 用途广泛。

发展有线电视双向传输功能, 利用多媒体技术把图像、语音、数字、计算机技术综合成一个整体进行信息交流。目前它可以接收 VHF、UHF 和 SHF 电视频道及调频立体声广播等多种开路信号, 同时还可能传输各种闭路电视信号, 如图形、文字、信息查询、电视购物、安全监视、防火防盗、电视点播、来客找人、医疗急救等。

(4) 具有避雷功能, 增加了网络系统的安全性。

## 1.1.2 网络组成及分类

### 1. 网络组成

典型的有线电视网络由以下四部分组成: 接收信号源、前端设备、干线传输系统及用户分配网络, 如图 1-1 所示。

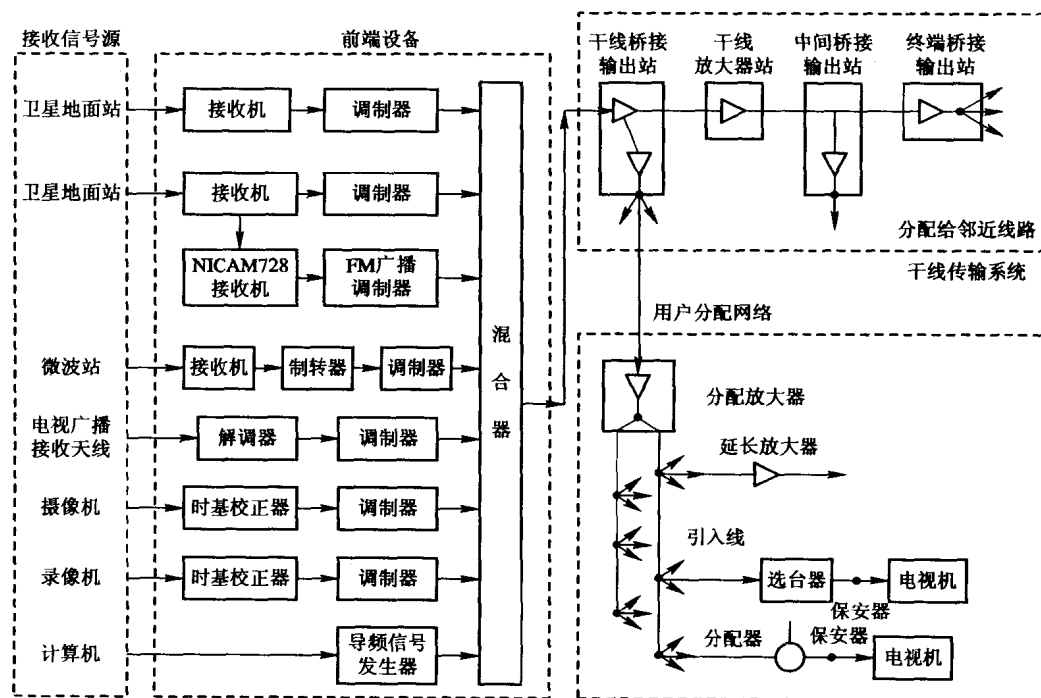


图 1-1 有线电视网络组成方框图

#### 1) 接收信号源

接收信号源部分通常包括卫星地面站、微波站、电视广播接收天线、摄像机、录像机、电视转播车、演播室、电缆电视网及计算机等。

为了接收无线电视台地面发射的广播电视节目, 有线电视台需要安装较高质量的接收

天线。通常，有线电视台在接收 VHF 频段的电视节目时采用单一频道的天线。同时，天线放大器也是单频道式的，可有效地避免其它频道信号的干扰；在接收调频广播和 UHF 频段的节目时，则采用频段天线，即由一副天线接收频率相差不大的几个频道的电视节目；对于空中场强较弱的频道，可以使用有源天线，即在天线下面加装一个天线放大器，以实现高增益、高信噪比的接收。

为了接收电视台和广播电台通过卫星转发的广播电视信号，有线电视台需安装口径为 3~6 m 的抛物面卫星接收天线以及相应的馈源、高频头和卫星接收机等。一般来说，接收每一颗卫星的电视节目，需要一副抛物面天线和一个馈源，需要两个高频头，分别接收垂直和水平极化方向的节目，以及若干台卫星接收机。

为了接收从其它有线电视台通过微波送来的电视节目，还要安装微波接收天线和微波接收机。

为了播出自办节目，还应有必要的演播车、转播车、以及摄像机、录像机、字幕机、切换台、自动播出设备等。

## 2) 前端系统

前端系统是指在有线电视系统中用以处理收到的和自办的、需要分配的节目信号的一系列设备，它位于信号源和干线传输系统之间，其作用是将信号源送来的电视信号进行必要的处理，然后把全部信号经混合网络送到干线传输分配系统。一般的信号处理都采用带通滤波器、频率变换器、调制器、频道放大器、导频信号发生器及混合器等部件。

对于大型的有线电视系统，其前端可能不止一个，根据其作用可分为本地前端、远地前端及中心前端。其中直接与本地用户分配网相连的前端称之为本地前端；经过长距离地面传输或卫星线路把信号发送到本地的前端称为远地前端；设置于服务中心，其输入来自开路无线电视信号、卫星电视信号以及其它可能信号源的前端称为中心前端。

## 3) 干线传输系统

干线传输系统是一个传输网络，由一系列把前端接收处理混合后的电视信号传送到用户分配系统的设备组成。它主要包括各种类型的干线放大器、干线电缆、干线光缆、光发射机、光接收机、多路微波分配系统和调频微波中继等。其任务是把前端输出的高频电视信号高质量地传输给用户分配网，传输方式主要有同轴电缆、微波和光纤。本书将以光纤/同轴电缆混合结构(HFC)为主讲述干线传输系统。

## 4) 用户分配系统

用户分配系统是有线电视系统的最后部分，其任务是把来自传输干线的信号分配给千家万户。它包括延长分配放大器、分配器、分支器、用户终端盒等等。延长分配放大器的功能是补偿支线中的信号损失，放大信号功率以支持更多的用户；分配器和分支器是为了把信号分配给各条支路和各个用户的某种无源器件，要求有较好的隔离和适当的输出电平；用户分配网一般采用较细的同轴电缆，以降低成本和便于施工。

# 2. 网络的分类

根据其用户数量、干线传输方式、频道利用方式、系统交互特性及传输的信号形式，可把有线电视系统分为若干类型。

## 1) 按用户数量分

A 类系统：10 000 个用户以上的城市有线电视网。

B类系统：3000~10 000 个用户的住宅小区或大型企业生活区的大型闭路电视网。

C类系统：500~3000 个用户的住宅区域或大型建筑内的中型闭路电视网。

D类系统：500 个用户以内的小型闭路电视网。

## 2) 按干线传输方式分

(1) 同轴电缆传输系统。这是一种最简单、最早使用的干线传输方式，且有成本低、设备可靠、安装方便等优点。但因为电缆对信号电平损失较大，每隔几百米就要安装一个干线放大器来提高信号电平，因此将引入较多的噪声和非线性失真，使信号质量受到影响。由于电缆的传输在高频频道上的损耗要高于低频上的损耗，因而要求干线放大器具有电缆均衡功能；为了补偿因温度和湿度等环境因素的变化引起电缆损耗的变化，导致传输电平的变化，在干线传输线路上还应分段使用自动电平控制(ALC)的干线放大器；当需要从干线上分出一路信号给支路时，干线放大器要有分支输出的端口或安装有干线分支器；干线传输放大器通常采用远端供电方式，在前端或线路某个合适的位置安装一台电源插入器，使同轴电缆在传送射频信号的同时，也将低压交流电源送到需要的地方。

同轴电缆传输方式一般只在小系统或大系统中靠近用户分配系统的最后几公里中使用。

(2) 微波传输方式。微波传输方式是把高频电视信号调制到微波频段，定向或全向向服务区发射，在接收端再把它解调回高频电视信号，送入用户分配系统。微波传输方式不需要架设电缆、光缆，只需要安装微波发射机、微波接收机及收发天线即可。此方式施工简单、成本低、收效快，而且更改线路容易，传输信号质量高。其缺点是容易受建筑物的阻挡和反射，产生阴影区和形成重影；受雨、雪、雾等气候条件的影响较大。

(3) 光纤传输方式。此方式通过光发射机把高频电视信号转换为红外光波段，使其沿光导纤维传输，接收端再通过光接收机把红外波段的光信号反变换成高频信号。光纤传输系统具有频带宽、容量大、损耗低、抗干扰能力强、失真小、性能稳定可靠等优点。

(4) 光纤/同轴电缆混合(HFC)传输方式。这种方式用光缆作主干线和支干线，用电缆作树枝状的分配网络。HFC 网络是当前有线电视的主要传输手段，也是未来宽带传输网的基础，是当今有线电视发展的主流。

## 3) 按频道利用方式分

(1) 隔频传输系统。电视接收机接收开路电视信号时对(相)邻频道的抑制能力较差。为了防止相互干扰，各级电视台的发射功率和频率必须按照全国统一规划实行隔频传输。一般地，在 VHF 频段，要抑制邻频干扰，只需间隔一个频道；而在 UHF 频段，除邻频干扰外，还要考虑镜像频率干扰以及接收机本振泄漏和交、互调干扰等，通常需要隔 4~6 个频道才能高质量地传输。有线电视系统在频道数不是很多时，通常也采用隔频传输。

(2) 增补频道传输系统。增补频道是非标准频道，是在国家规定的开路电视标准频道外增设的电视频道，仅在有线电视中才能使用，其带宽与标准频道一样，为 8 MHz。

(3) 邻频传输系统。这种系统利用相邻的标准广播电视频道传输信号，频道利用率较高。但是，它对前端设备和电视接收机的要求较高。

按最高工作频率可将邻频传输系统分为 300 MHz 系统、450 MHz 系统、550 MHz 系统、750 MHz 系统及 1000 MHz 系统等。

#### 4) 按系统交互特性分

(1) 单向广播式传输分配系统。在有线电视中,由前端向用户终端传送的信号叫下行信号或正向通道信号;从用户向前端传送的信号称为上行信号或反向通道信号。单向广播式传输分配系统是指,有线电视系统只能进行正向通道信号的一点对多点的单向传输。它可以完成电视及声音节目的接收、传输和分配。传统的有线电视系统均属于此类。

(2) 双向交互式分配接入系统。能进行正向和反向通道传输的系统,就是双向传输系统。交互性要求双向传输,这可以满足用户提出的双向服务的要求。用户可以通过开关部件选择控制中心传送的业务,也可以把自己的信息传送到前端或其他用户。交互式业务的主要功能有:多功能服务(如电视购物、电子邮政、医疗等),付费电视及收视率调查,计算机及数据通信、电视和声音信号的上传,家庭水、电、气的自动检测与抄表,防盗、防火报警,系统工作状态监测等。

双向交互式分配接入系统目前尚处在不断完善、不断发展的阶段,交互式的业务已部分予以实现。本书将介绍典型的 HFC 网络双向传输中的一些问题。

#### 5) 按传输的信号形式分

(1) 模拟信号传输系统。无论采用何种传输方式,只要传输系统中传输的信号是模拟信号,就称该系统为模拟信号传输系统。传统的同轴电缆有线电视系统均属于模拟信号传输系统。

(2) 模拟和数字混合传输系统。这种系统中可同时传输模拟信号和数字信号。

(3) 数字信号传输系统。与模拟信号传输系统相对应,在有线电视系统中,若传输的信号是数字信号时,就称该系统为数字信号传输系统。数字信号传输系统是未来有线电视发展的方向。数字技术从一出现,就不断地渗透到广播电视信号的采集、存储、编辑、传输、显示、加工等过程中,使广播电视领域正经历着从模拟系统到数字系统的变革。数字光纤传输技术可大大提高信息传输的速率。目前广泛应用的同步数字光纤网(SDH),在一根光纤中的传输码率已经达到 2.5 Gb/s, 10 Gb/s, 甚至 20 Gb/s 传码率的光纤传输即将出现。

### 1.1.3 有线电视广播系统的频率配置

电视频道是指用于播送一套电视节目的频率范围,它取决于电视图像信号和伴音信号所占有的频带宽度。在无线和有线电视广播的传输中,图像信号采用残留边带调幅,伴音信号采用调频的发送方式,每一路电视节目所占有的频带为 8 MHz。

我国早期的有线电视系统频道划分规定:上行通道带宽 5~30 MHz,只能传输两套模拟电视非广播业务;下行通道带宽 48.5~958 MHz,在 48.5~550 MHz 内,可安排 59 套电视节目(包括 DS-1~DS-12 和 DS-13~DS-22 标准频道以及 Z-1~Z-37 增补频道)和 52 套调频广播。

1999 年国家广播电影电视总局为了适应广播电视发展的需要,重新颁发了《有线电视广播系统技术规范》(GY/T106-1999),依据新的标准,有线电视广播系统的波段划分如表 1-1 所示。

表 1-1 波段划分

| 波 段 | 频率范围/MHz | 业 务 内 容        |
|-----|----------|----------------|
| R   | 5~65     | 上行业务           |
| X   | 65~87    | 过渡带            |
| FM  | 87~108   | 广播业务           |
| A   | 110~1000 | 模拟电视、数字电视、数据业务 |

对于 A 波段, 110~160 MHz 为下行数据预留段; FM 波段主要用于调频及数字广播, 按不小于 400 kHz 的载频间隔配置频率点; 原来的 DS-1~DS-5 不再作为电视频道使用。

模拟电视频道划分如附录 1 表 2 所示。

GY/T106-1999 技术规范详见附录 1。

## 1.2 有线电视系统技术指标

衡量有线电视系统特性的技术指标主要反映在噪声特性、系统失真特性及系统接口特性等几个方面。

### 1.2.1 噪声特性与载噪比

#### 1. 噪声系统( $N_i$ )

噪声的来源有两类: 一类是来自系统内部的, 另一类是来自系统外部的。由于噪声总是与信号相对应而存在的, 因此, 在检测信号时不能只看信号的大小, 而是根据放大器或系统输出端信号与噪声的功率比值(即信噪比) $P_{SO}/P_{NO}$ 来检测的。如果信噪比  $P_{SO}/P_{NO} < 1$ , 则信号被淹没在噪声背景中, 难于检出信号; 如果信噪比  $P_{SO}/P_{NO} \geq 1$ , 容易从噪声背景中检测出信号。

内部噪声的大小可利用信噪比通过接收系统后的相对变化来衡量。我们把接收系统输入端的信噪比与输出端的信噪比的比值称为“噪声系数”。

若系统输入端信号、噪声功率分别为  $P_{SI}$ 、 $P_{NI}$ ; 输出端的信号、噪声功率分别为  $P_{SO}$ 、 $P_{NO}$ ; 系统的功率增益为  $G_P$ , 而输出噪声功率  $P_{NO}$  又由两部分组成: 一是系统外部的噪声功率  $P_{NI}$  经过理想系统后输出的噪声功率  $P_{NAO}(=P_{NI} \cdot G_P)$ ; 二是接收系统的内部噪声在输出端上呈现的噪声功率  $P_{NBO}$ , 即

$$P_{NO} = P_{NAO} + P_{NBO}$$

于是, 噪声系统  $N_i$  可表示为

$$N_i = \frac{P_{SI}/P_{NI}}{P_{SO}/P_{NO}} \quad (1-1)$$

或

$$N_i = \frac{P_{NO}}{P_{NI} \cdot G_P} = \frac{P_{NO}}{P_{NAO}} \quad (1-2)$$