

广播电视传输网络 工程设计与维护

李 勇 达新宇 曹华民 编著



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

URL: <http://www.phei.com.cn>

广播电视传输网络 工程设计与维护

李 勇 达新宇 曹华民 编著

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书全面系统地介绍了构成广播电视传输网的各种传输系统的组成和工作原理,详细讨论了这些传输系统的工程设计与计算方法,列举了许多设计实例,提供了大量设计参考资料,并对系统的维护提出了具体建议。对最近出现的数字电视和光缆传输系统的原理和设计进行了较为详细的探讨。

本书深入浅出,理论联系实际,侧重于工程应用。适合于从事广播电视传输网的研究、开发、设计与维护的工程技术人员阅读,也可作为广播电视部门职工培训教材、中等专业学校相关专业的专业课教材以及大专院校师生的参考书。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,翻版必究。

图书在版编目(CIP)数据

广播电视传输网络工程设计与维护/李勇等编著.-北京:电子工业出版社,2001.8

ISBN 7-5053-4535-4

I.广... II.李... III.①电视广播系统:网络系统-系统设计②电视广播系统:网络系统-维修
IV.TN948.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 029786 号

书 名:广播电视传输网络工程设计与维护

编 著 者:李 勇 达新宇 曹华民

责任编辑:竺南直

特约编辑:詹晓耕

排版制作:电子工业出版社计算机排版室

印 刷 者:

装 订 者:北京李史山胶印厂

出版发行:电子工业出版社 URL:<http://www.phei.com.cn>

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

经 销:各地新华书店

开 本:787×1092 1/16 印张:18.75 字数:472 千字

版 次:2001 年 8 月第 1 版 2001 年 8 月第 1 次印刷

书 号:ISBN 7-5053-4535-4
TN·1126

印 数:5000 册 定价:26.00 元

凡购买电子工业出版社的图书,如有缺页、倒页、脱页、所附磁盘或光盘有问题者,请向购买书店调换。
若书店售缺,请与本社发行部联系调换。电话 68279077

11/16 65/07

前 言

新世纪伊始,人类社会正在步入知识经济、信息经济的新时代。早在 1997 年 4 月,我国就确定了以电信网、广电网和计算机数据网为基础的全息信息高速公路的发展战略。广播电视传输网,作为国家信息基础设施的重要组成部分,在近几年得到了长足的发展。联接全国各省市的广电光纤高速网络已初具规模,在全国许多地方已开始运营;全国各地的有线电视网都正在不同程度上进行着光纤化、数字化的尝试和改造;广播电视传输网的用户已经接近 1 亿户,正在成为全世界的第一大电视网络。

广播电视传输网的飞速发展给广大广播电视部门工程技术人员理论水平和工程实践经验提出了新的、更高的要求。为了适应这一发展的需求,编著者在多年从事广电网设计和施工管理等具体实践经验的基础上,参考大量国内外最新资料,从工程技术应用人员的角度出发,编著了此书。书中采用通俗的语言,系统地介绍了各种传输系统的工作原理,尽量避免烦琐的公式推导和生硬的外文直译,而注重基本概念、基本理论表述的准确性和通俗性的有机结合。书中对各种系统设计方法的介绍注重了实用性和可操作性,对于一些其他书籍中介绍的常用设计方法,提出了新的改进,使其更便于使用或更切合工程应用的实际。

全书共 9 章。第 1 章概述,介绍广播电视传输网的组成、功能和主要技术指标;第 2 章介绍广播电视传输网中的各种传输信号的特点;第 3 章介绍无线电超短波传输信道的特点和电视、调频广播发射台的设计方法;第 4 章详细讨论同轴电缆传输系统的组成形式、工作原理、设计方法和维护项目;第 5 章介绍光缆传输系统的组成形式和工作原理,重点讨论光缆传输系统的网络规划、工程设计方法和维护项目;第 6 章讨论微波接力、MMDS、AML 和 FML 传输系统的组成、工作原理、设计方法;第 7 章详细讨论了卫星传输系统的组成形式、工作原理、设计方法和维护项目。以上各章中,精选了大量的设计实例,对实际中可能出现的大多数情形分别举例对其设计方法进行了细致的讨论。第 8 章介绍了网络管理系统概况,并重点对目前正在开发应用的收费管理系统的工作原理进行了介绍;第 9 章主要介绍交互电视网和宽带综合业务数字网的基本概念、网络组成及关键技术。

本书第 1 章由曹华民编写,第 3、9 章由达新宇编写,第 2、4、5、6、7、8 章由李勇编写,并由李勇负责全书的统稿。本书编著过程中,得到了《中国有线电视》编辑部、西安迈克电子公司和成都康特电子高科技公司的大力协助,在此深表谢意。贺桂芝同志在文字处理中做了大量工作,在此一并致以真诚的谢意。

由于编著者水平有限,书中不妥之处在所难免,望广大读者不吝赐教,联系电子信箱:ly6208@sohu.com

编著者

2001 年 5 月

目 录

第1章 绪论	(1)
1.1 广播电视传输网的发展历史	(1)
1.2 广播电视传输网的组成与功能	(2)
1.2.1 广播电视传输网的功能	(2)
1.2.2 广播电视传输网的组成	(4)
1.2.3 有线电视系统的组成	(5)
1.3 广播电视传输网的频段划分及频率配置	(8)
1.4 广播电视传输网的指标分配	(9)
1.4.1 广播电视传输网的技术指标	(9)
1.4.2 广播电视传输网主要技术指标的分配	(13)
1.5 我国广播电视传输网的发展规划	(20)
第2章 广播电视传输网的传输信号	(23)
2.1 多路宽带模拟广播电视信号	(23)
2.1.1 全电视信号与音频信号	(23)
2.1.2 射频电视信号	(27)
2.1.3 多路宽带广播电视信号	(29)
2.1.4 电视信号的质量评价	(31)
2.2 数字广播电视信号	(32)
2.2.1 模拟信号的数字化	(32)
2.2.2 信源编码——数字压缩技术	(35)
2.2.3 信道编码调制	(37)
2.2.4 数字信号的几个参数	(39)
2.3 县市级前端系统	(40)
2.3.1 电视信号的采集	(40)
2.3.2 信号的处理	(42)
第3章 无线电超短波传输系统	(45)
3.1 超短波信道的特性与电波传播特性	(45)
3.1.1 超短波信道传输媒质的特点	(45)
3.1.2 改善超短波信道特性的措施	(46)
3.1.3 超短波电波的传播特性	(46)
3.2 电视发射台的设计	(48)
3.2.1 电视发射台的组成	(48)
3.2.2 电视发射机类型与组成	(49)
3.2.3 电视发射台选址	(50)

3.2.4 系统设计计算·····	(51)
3.3 调频立体声广播系统·····	(55)
3.3.1 调频广播系统组成·····	(55)
3.3.2 FM 立体声广播的制式·····	(56)
3.3.3 FM 广播系统的特点·····	(56)
3.3.4 FM 广播发射机的特点·····	(57)
3.3.5 FM 广播的主要技术标准·····	(57)
3.3.6 FM 广播发射机的主要技术指标·····	(58)
3.3.7 参数的设计计算·····	(60)
3.4 发射机的维护·····	(60)
第4章 同轴电缆传输系统·····	(62)
4.1 同轴电缆及其传输特性·····	(62)
4.1.1 同轴电缆的结构·····	(62)
4.1.2 同轴电缆的传输特性·····	(63)
4.2 同轴电缆传输系统的传输设备·····	(65)
4.2.1 有源设备·····	(65)
4.2.2 无源设备·····	(73)
4.3 同轴电缆传输系统的基本组成及其主要性能指标·····	(77)
4.3.1 同轴电缆传输系统的基本组成·····	(77)
4.3.2 电缆传输系统的波段划分·····	(78)
4.3.3 电缆传输系统性能指标·····	(79)
4.3.4 主要性能指标的分配·····	(81)
4.4 同轴电缆传输干线的设计·····	(82)
4.4.1 传输干线的规划·····	(82)
4.4.2 干线设计应考虑的主要因素·····	(83)
4.4.3 主要性能指标的计算·····	(84)
4.4.4 放大器输出电平的范围确定·····	(87)
4.4.5 温度变化对干线输出电平的影响·····	(90)
4.4.6 放大器级间距离的计算·····	(91)
4.4.7 干线电平与均衡量的计算·····	(92)
4.4.8 集中供电系统设计·····	(98)
4.4.9 电缆干线的调试·····	(100)
4.4.10 电缆干线设计小结·····	(101)
4.5 用户分配网络的设计·····	(102)
4.5.1 用户分配网络的构成形式·····	(103)
4.5.2 用户放大器的输出电平与斜率的确定·····	(103)
4.5.3 用户终端盒—系统输出口输出电平的选定·····	(105)
4.5.4 分配网络分支分配器型号的确定和电平计算·····	(106)
4.6 同轴电缆双向传输系统·····	(109)

4.6.1	双向传输的技术实现	(109)
4.6.2	双向传输系统的组成	(110)
4.6.3	上行线路的设计	(112)
4.6.4	利用双向网络构成数据通信系统	(113)
4.7	同轴电缆数字传输系统	(113)
4.7.1	从模拟电视到数字电视的过渡	(113)
4.7.2	DVB-C 数字电缆传输系统的构成	(114)
4.8	同轴电缆传输系统的维护	(116)
第 5 章	光缆传输系统	(119)
5.1	光纤、光缆及其传输特性	(119)
5.1.1	光纤	(119)
5.1.2	光缆	(120)
5.1.3	光纤的传输特性	(121)
5.2	激光与光传输设备	(123)
5.2.1	激光与激光器	(123)
5.2.2	光发射机	(125)
5.2.3	光放大器	(130)
5.2.4	光电二极管与光接收机	(132)
5.2.5	无源光路器件	(134)
5.3	光传输系统的组成与技术指标	(138)
5.3.1	模拟调幅传输系统	(138)
5.3.2	模拟调频光缆传输系统	(140)
5.3.3	数字光纤传输系统	(142)
5.3.4	光传输系统的技术性能	(143)
5.4	光缆传输系统的网络结构与方案规划	(144)
5.4.1	广播电视传输网中几种常用的网络结构形式	(144)
5.4.2	传输网络的分级	(145)
5.4.3	方案规划	(146)
5.4.4	网络建设的经济性考虑	(151)
5.5	光缆传输系统的设计	(153)
5.5.1	系统指标分配	(153)
5.5.2	光缆的配纤与接续设计	(155)
5.5.3	干线型系统的链路计算	(159)
5.5.4	分配型系统的链路计算	(162)
5.5.5	设备的选配与信号电平的确定	(164)
5.6	光缆传输系统的施工、调试与维护	(167)
5.6.1	施工	(167)
5.6.2	调试与测试	(167)
5.6.3	维护	(168)

第 6 章 微波传输系统	(170)
6.1 微波信号的传输特性	(170)
6.1.1 自由空间传播损耗	(170)
6.1.2 空间传播的大气影响	(171)
6.2 微波接力传输系统的构成与设计计算	(173)
6.2.1 模拟微波接力传输系统的构成	(173)
6.2.2 数字微波接力传输系统的构成	(174)
6.2.3 数字微波接力传输线路传输质量指标与指标分配	(175)
6.3 多频道微波分配系统(MMDS)	(177)
6.3.1 系统构成	(178)
6.3.2 MMDS 系统的载噪比计算	(182)
6.4 调幅微波链路(AML)传输系统	(184)
6.4.1 AML 系统的构成及工作原理	(184)
6.4.2 AML 系统的设计	(188)
6.5 调频微波链路(FML)传输系统	(192)
6.5.1 系统组成与工作原理	(192)
6.5.2 使用频率	(193)
6.5.3 性能特点	(193)
6.6 微波传输系统的维护	(194)
6.6.1 天线系统的维护	(194)
6.6.2 设备的维护	(194)
第 7 章 卫星传输系统	(196)
7.1 同步通信卫星与转发器	(196)
7.1.1 同步通信卫星	(196)
7.1.2 卫星转发器	(198)
7.1.3 卫星通信天线	(200)
7.2 卫星电视传输系统	(201)
7.2.1 卫星电视传输系统的组成	(201)
7.2.2 卫星电视的传输体制	(203)
7.2.3 频段分配与频道划分	(203)
7.2.4 卫星电视的调制体制	(204)
7.2.5 预加重与去加重	(206)
7.2.6 能量扩散	(207)
7.3 卫星电视接收系统的组成原理	(207)
7.3.1 卫星接收站的方位角和仰角	(207)
7.3.2 卫星接收天线	(208)
7.3.3 馈源与极化	(213)
7.3.4 高频头	(215)
7.3.5 卫星接收机	(218)

7.4 卫星数字电视广播系统	(222)
7.4.1 DVB-S 卫星数字电视系统发射端组成原理	(222)
7.4.2 卫星数字电视接收系统的组成	(223)
7.4.3 卫星数字电视信号的接收	(224)
7.5 卫星传输系统的设计计算	(225)
7.5.1 卫星传输系统输出信号的质量要求	(225)
7.5.2 卫星接收系统输入端信号电平的计算	(226)
7.5.3 接收系统输入端噪声功率的计算	(227)
7.5.4 接收系统优值的确定	(229)
7.5.5 高频头、接收机与接收天线的选型	(230)
7.5.6 设计举例	(231)
7.6 卫星接收站的建站与维护	(233)
7.6.1 站址的选择	(233)
7.6.2 设备的安装与调试	(233)
7.6.3 避雷与地线	(234)
7.6.4 维护	(234)
第 8 章 广播电视传输网的网络管理系统	(235)
8.1 网络管理系统概述	(236)
8.2 付费电视与加密系统	(239)
8.2.1 概述	(239)
8.2.2 加密的基本方法	(240)
8.2.3 加密系统的测试	(244)
8.3 电视加密系统介绍	(244)
8.3.1 Video Cipher 系统	(244)
8.3.2 Zenith SSAVI 系统	(245)
8.3.3 Telesee/Save 系统	(245)
8.3.4 OAK ORION 系统	(245)
8.3.5 几种实用的 MAC 制加密系统	(245)
8.3.6 Video Crypt	(246)
8.3.7 可寻址闭锁加密系统	(248)
第 9 章 交互电视网与宽带综合业务数字网	(251)
9.1 交互电视网概述	(251)
9.1.1 交互电视网的基本概念	(251)
9.1.2 ITV 网的主要功能和用途	(252)
9.1.3 ITV 网的基本组成	(252)
9.2 ITV 网的技术及问题	(253)
9.2.1 传输技术	(253)
9.2.2 交换技术	(254)
9.2.3 接入技术	(254)

9.2.4 交互式 HFC 网的频带划分	(255)
9.2.5 交互式 CATV 网中存在的问题及解决办法	(256)
9.3 综合业务数字网(ISDN)	(258)
9.3.1 综合业务数字网的定义	(258)
9.3.2 ISDN 相关技术标准	(259)
9.3.3 ISDN 的 7 层参考模型	(261)
9.3.4 ISDN 的业务类型	(262)
9.3.5 ISDN 用户/网络接口	(263)
9.3.6 ISDN 的交换方式	(265)
9.4 宽带综合业务数字网(B-ISDN)	(266)
9.5 SDH 网	(268)
9.5.1 SDH 的特点	(268)
9.5.2 SDH 帧结构与多路复用结构	(269)
9.5.3 SDH 设备	(271)
9.5.4 自愈环介绍	(272)
9.5.5 广播电视传输网中的 SDH 传输系统	(273)
9.6 异步转移模式(ATM)	(275)
9.6.1 ATM 概念	(275)
9.6.2 ATM 网络结构	(275)
9.6.3 ATM 交换的基本原理	(275)
9.6.4 ATM 交换机的组成	(277)
9.6.5 ATM 技术	(277)
9.6.6 ATM 宽带网情况	(278)
9.7 广播电视传输网的发展趋势	(278)
9.7.1 从模拟电视到数字电视再到数据电视的革命	(278)
9.7.2 从单向广播到双向传输再到 B-ISDN 与“三网合一”	(281)
9.7.3 适合我国国情的广播电视传输网发展道路	(282)
附表 有线电视频道配置表	(284)
参考文献	(287)

第1章 绪 论

1.1 广播电视传输网的发展历史

随着科学技术的不断进步,广播电视传输网的发展大体上可分为三个阶段:初始阶段、成长阶段和成熟阶段。

1. 初始阶段——共用天线系统

广播电视传输网源于1948年美国的宾夕法尼亚州的曼哈尼。曼哈尼是一个山谷城市,居住在那里的大多数居民无法收看当地的无线电视节目。为了解决这一问题,电视器材营销商约翰·华生在曼哈尼城的制高点上安装了性能良好的无线电视信号接收天线,然后再将接收到的电视信号经过简单的放大处理,用同轴电缆把电视信号传输分配到各个用户,从而解决了居住在无线电视信号阴影区的曼哈尼城市居民收看无线电视节目困难的问题。从此开辟了广播电视信号有线传输的新纪元。由于这一传输方式的突出优点,使其很快在世界各地发展起来。

初始阶段广播电视传输网的主要特点是:规模小,设备简单,功能单一,信号的质量较低。这一阶段的传输网,人们习惯于称其为共用天线系统(MATV)。

2. 成长阶段——有线电视系统

由于初级阶段的共用天线系统,不能满足用户日益发展的对电视节目数量和质量的要求,所以人们一直在寻找一种能够从根本上改变电视节目传输质量且能增加电视节目容量的办法。在研究、探索、发展的过程中,逐步形成了现代广播电视传输网的雏形,即由前端系统、同轴电缆干线传输系统和终端用户分配系统组成的有线电视系统。随着技术的不断进步,前端系统的质量不断提高,网络所用传输部件的性能大幅度提高,传输的线性性能得到很大改善,广播电视传输网进入了快速发展阶段。

有线电视系统从节目信号的来源上讲,比共用天线系统更加丰富,既可以利用当地的无线电视广播信号,还可以利用卫星广播系统的信号、微波接力系统提供的信号,甚至发展到后期的光缆传输的信号,并且出现了自办节目,从而形成有线电视台的形式。

从传输系统的种类来看,有线电视系统在原来共用天线电缆传输系统的基础上,发展了邻频传输、增补频道传输、推挽放大、功率倍增、温度补偿 AGC、ALC 等技术,使电缆传输系统的质量和性能得到了很大的提高。此外,MMDS、AML、FML 等微波传输系统、光纤传输系统、数字传输系统也相继被应用于有线电视系统中,使有线电视系统的信号传输质量和网络覆盖能力得到了极大的提高。

从网络的分布和规模来看,有线电视网是分布在全国各地城乡的局域网,从大城市到较大的村镇,全国已经形成了数以十万计大小不同的独立的有线电视网络,覆盖数亿人口。有

线电视网络大小不一,大到拥有数百万用户的大城市网络,小到几十个用户的小网络,遍及全国各地。

从网络的功能和传输业务上看,有线电视网络以传输模拟有线电视的单向广播方式为主,有个别网络具有节目回传的简单双向网络的功能,在局部网络中采用了数字传输的功能,个别网络具有简单的网络管理功能。

3. 成熟阶段——广播电视传输网

发展到成熟阶段的广播电视传输网是一个覆盖全国的全方位、多功能的巨型网络。它由已经存在于全国各地的有线电视网和连接这些局域网的光缆干线、微波干线以及卫星线路构成。它将与电信网、综合数据网一起构成全国的三大网络,最终走向“三网合一”。

广播电视传输网主要有以下特点:

(1)全国联网。各地的有线电视局域网通过光缆干线、微波干线、卫星线路实现互联,这是实现广播电视传输网各种传输功能的物理基础。

(2)双向传输。双向传输是实现交互业务的前提,广播电视传输网中将传输各种交互业务,用户不再是被动地接收电视信号,而是主动参与对节目的控制,这就需要将用户的信息传送到播出端;用户与用户之间的信息交换也需要双向信道。

(3)全功能的传输业务。广播电视传输网不再是一个单一电视广播业务的网络,而是一个全功能的网络,其传输业务将包括图像、语音、电视信号、各种业务的数据等。由于从共用天线系统开始,广播电视传输网就具有宽频带和高普及率的天生优势,使得它在信息社会的今天备受青睐,多种信息系统的传输业务必将依托于广播电视传输网。

(4)以数字信道为主。由于数字信号无论在存储、传输和交换方面都具有模拟信号无以伦比的优势,再加上各种数字处理终端的普及应用,使得广播电视传输网必定以数字信号为主要传输对象,使将来的传输信号最终走向全数字化。

(5)信息的交换功能。广播电视传输网不再像有线电视系统那样只进行一点到多点的单向传输,而是要求网络内各点之间可以任意传输信息,这就对网络提出了交换功能的要求。

(6)完善的网络管理功能。广播电视传输网是由多种传输系统构成的综合性巨型网络,网络内组成形式多、节点多、地域大、用户多。所以,建立一整套完善而高效的网络管理系统非常重要,是网络正常运行的基本保证。

(7)终端多样化、智能化,最终走向各种终端的融合。由于广播电视传输网内传输业务的多样性,必定出现各种终端形式。为了减少用户使用中的设备繁杂和操作烦琐的不便,终端必须实现智能化,并最终将这些终端综合起来,形成一个多功能的综合终端。

1.2 广播电视传输网的组成与功能

1.2.1 广播电视传输网的功能

广播电视传输网是一个高速、宽带传输系统,网内可以传输各种信息,所以广播电视网的功能非常强大。下面简单介绍这方面的内容。

1. 提供高质量的数据电视业务

广播电视传输网的主要功能就是采用点到多点的方式,向网内用户传送高质量的电视节目和广播信号。与有线电视系统相比,传送的信号在数量、质量和传输形式上将有一个质的飞跃。有线电视系统通常采用模拟体制向用户提供节目信号,而广播电视传输网将逐渐过渡到以数字信号为主要方式传送信号,使节目的质量等级由原来的用户等级提高到演播室的等级;由于数字压缩技术的应用,可以在原来传送一套模拟电视的频带范围之内,传送4~10套数字电视节目,从而使传输节目的数量增加数倍;数据电视业务将改变传统的“用户被动接收”电视广播的形式,在电视广播的同时,为用户提供关于节目的各种相关数据信息,供用户选择下载或查询,实现实时的交互功能。

2. 提供各种综合数据传输业务

广播电视传输网作为国家信息基础设施的重要组成部分,为满足现代信息社会的多种要求,提供了简捷、快速的传输手段,是集信息服务、娱乐为一体的大众信息传输媒体。在具有双向传输的广播电视传输网中,可以传输话音信号、图像信号、数据信号等多媒体信息。广播电视传输网可以与电信网、计算机网进行信息交换,在网上可以开设安全报警、查询、天气预报、电子购物、电子邮政、电子银行、计算机上网、可视电话、网上电视、视频点播等各种业务。

3. 充分利用频率资源

无线电视台的频率及功率大小必须按全国统一规划进行指配。发射频率通常在甚高频段(VHF)的1~12频道和特高频段(UHF)的13~56频道范围内指配。一般VHF频段的频道要隔频指配,UHF频段的频道采用隔6个频道指配一个的原则使用。这样做的目的是为了防止各电视台发射信号的相互干扰。由此可见,尽管规划给无线电视的频道数量不少,但在同一地区可指配使用的频道并不多,频率资源利用率很低。

有线电视传输方式能克服以上弊端,这是因为:其一,有线电视传输方式可以采用邻频传输;其二,有线电视传输方式除了使用指配给无线电视的68个频道之外,它还可以启用未指配给无线电视的其他频段开设42个增补频道。

广播电视传输网采用数字压缩和数字传输方式后,节约了大量的频率资源。在1GHz的频带范围内,可以传输3000路以上1.5Mb/s的数字视频信息(主观质量与VHS相当),或5Gb/s以上的数据。广播电视传输网对这一频带进行分割,利用频带的低端(5~65MHz)作为上行线路的频率,高端(550~1GHz)作为下行综合数据的频带,中间部分作为数字(或模拟)电视广播的频带,构成一个非对称性的双向信息传输网络。正是这种非对称性使广播电视传输网具有廉价、宽带、多功能的特点,而且双向非对称性恰恰符合信息传输中大部分信息由中心向下分配、少部分从下向上集中的特点,保持了分配型信息和交换型信息在广播电视传输网中的统一。也就是说,只有需要交换的少部分信息才用于交换,而大部分分配型信息保持其原有的分配形式,而使网络的建设和运行成本降到最低。这是广播电视传输网区别于电信网和数据网的一个显著特点。

4. 智能网络管理

在大型广播电视传输系统中,系统设备数量多,分布范围广,查询系统设备运行状态极为不便。为了解决这一问题,智能网络管理系统应运而生,它对整个网络的工作状态进行实时的监测、控制,协调网络内各个系统和设备的相互工作;对出现的网络运行故障进行实时报警,且传回工作状态参数。这样,网络管理人员能够及时了解整个网络的运行状况,对出现问题的系统、线路和设备进行备份切换,实现网络的自愈功能,给使用维护提供了极大的方便。

1.2.2 广播电视传输网的组成

广播电视传输网是在分布于全国各地的有线电视系统的基础上,利用光缆数字干线、微波干线和卫星线路将其连接起来,并进行相应的网络改造而形成的。

我国的广播电视传输网的构成如图 1.1 所示,由国家网络中心和省级网络中心构成的国家环网,地级网络中心构成的省级环网,县级网络中心构成的地级环网,以及县级星形网和分布在各县内的有线电视系统构成,各中心之间以及中心与有线电视系统之间采用光缆传输干线、微波传输干线和卫星线路连接。

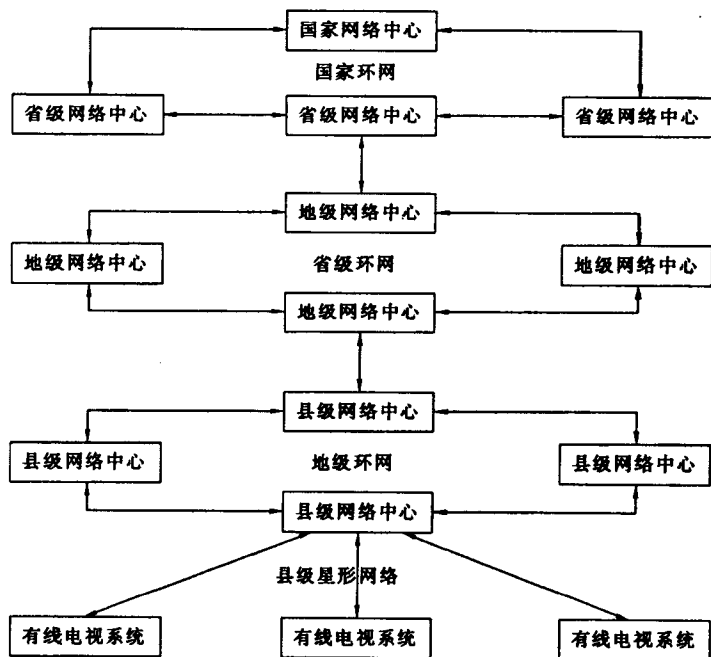


图 1.1 我国的广播电视传输网的构成示意图

各级中心既是下行广播电视信号的分配中心,又是各种交换信息的交换中心,具有上接下转的中继功能、信息处理功能和信息交换功能以及网络管理功能。

广播电视传输网的信息传输部分是由超短波无线传输系统、同轴电缆传输系统、光缆传输系统、微波传输系统、卫星传输系统以及网络管理系统构成的多系统网络。本书主要介绍和讨论这些系统的组成、原理和设计计算的方法。

1.2.3 有线电视系统的组成

有线电视系统是构成广播电视传输网的基础,这里对有线电视系统的构成进行较为详细的讨论。通常有线电视系统由三大部分组成,即前端系统,传输系统和用户分配系统,如图 1.2 所示。

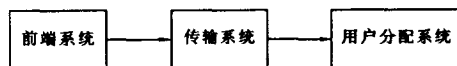


图 1.2 有线电视系统基本组成

1. 前端系统

前端系统的主要作用是接收和处理节目信号,其基本组成如图 1.3 所示。

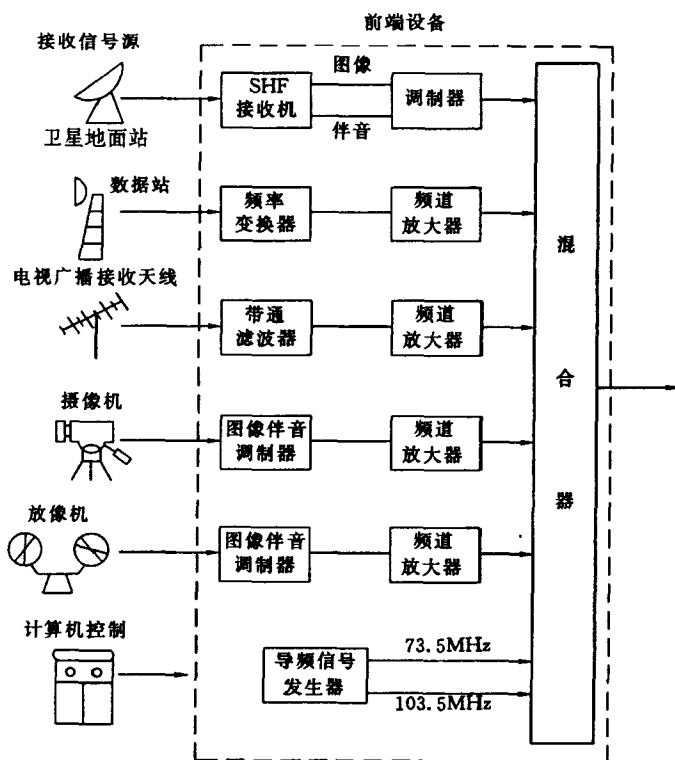


图 1.3 前端系统组成框图

接收信号部分包括卫星地面站、微波站、电缆电视网、无线接收天线、电视转播车、录像机、演播室、计算机等。这些信号就是广播电视传输网所要传输的信号源,信号处理部分的作用是将信号源提供的各式各样的信号经处理变换成适合于在传输系统中传输的信号。下面主要说明在前端系统对各种信号的处理过程。

卫星电视信号:卫星地面站将卫星传送的广播电视信号用卫星接收天线接收下来,经卫星电视接收机输出视、音频电视信号(即 AV 信号),AV 信号再经过调制器将其调制到预定的频道,使其变成适合于在传输系统中传输的射频电视信号(即 RF 信号)。

微波信号:微波天线接收到的微波信号频率较高,不在电视信号传输频段之内,须经过频率变换器将其变换到电视信号的传输频段之内。

电视广播接收天线接收到的信号可以直接送往传输系统,但有时从频道安排的角度出发,需对接收到的信号频道进行调整。例如,要将 UHF 频段的信号变换到 VHF 频段,这时需要一个“U/V 转换器”;若要将 VHF 频段的信号变换到 UHF 频段,则需一个“V/U 转换器”。除此之外,还有“V/V 转换器”和“U/U 转换器”,电视机频道转换器的作用就是将某频道的信号转换成所需要的另一频道的信号。

摄像、录像、VCD、DVD 的输出信号都是视频信号,要将这些信号加入有线电视网络中传输,就必须将其调制到指定的频道,将 AV 信号变成 RF 信号。

前端系统将接收到的各种各样的信号,经前端设备处理后,将其变换成预定频道的 RF 信号,再将各频道的电视信号利用混合器混合成一路宽带信号输出,这一路宽带电视信号再通过传输系统到达用户分配系统,用户分配系统将其分配到各个用户终端。

2. 传输系统

传输系统是把前端接收、处理、混合后的电视信号,传输给用户分配系统的一系列传输设备。通常,传输系统可以采用以下三种系统:同轴电缆传输系统、微波传输系统和光缆传输系统,有时三种系统在有线电视系统中被组合使用。其组成如图 1.4 所示。

图 1.4(a)是同轴电缆传输系统,该系统使用的主要部件有干线桥接放大器、干线放大器和同轴电缆。干线放大器的主要作用是补偿信号在传输过程中的损耗。通常干线放大器应有自动电平控制(ALC)和自动斜率控制(ASC)功能。自动电平控制的作用是减小温度变化对传输系统输出电平的影响,以确保传输系统输出信号电平稳定可靠。自动斜率控制的主要作用是保证不同频道的电视信号经传输系统传输后的输出电平大小保持一致。在传输系统中,传输的电视信号频带很宽,低端 1 频道图像载频 49.75MHz,高端 68 频道的图像载频 951.25MHz,而同轴电缆的损耗随频率的增高而增加,即对低频段的信号损耗小,对高频段的信号损耗大,这样一来就会使传输系统的输出端,低频段的信号值很大,而高频段的信号值很小,导致用户无法正常收看电视节目。为了解决这一问题,干线放大器必须具有自动斜率控制功能,如果干线放大器自身不具有该功能,那么就必须外加斜率均衡器。干线桥接放大器的主要作用是放大分支输出。在传输系统的传输途中,接收信号分成二路或多路分别传输到不同的地方,这时就要干线桥接放大器。在同轴电缆传输系统中,要达到传输要求,最主要的是选取合适的干线桥接放大器、干线放大器(包括 ALC 和 ASC)、干线同轴电缆,这也是干线传输系统设计的主要内容。

图 1.4(b)是微波传输系统组成示意图。由图可见,微波传输系统主要由微波发射机、微波接收机和微波收、发天线组成。微波发射机的主要作用是将前端系统送来的射频电视信号的频率上变频到微波波段,再将其放大送往微波发射天线,微波接收机的主要作用是将接收到的微波信号下变频到电视信号频段,将其送到用户分配系统。

建立微波传输系统的关键是根据收、发两地的传输距离的设计,计算微波发射机的发射功率、微波接收机的接收灵敏度、微波收发天线的增益,以及收发天线的架设高度和收发站的选址的计算和选择。

图 1.4(c)是光缆传输系统示意图。由图可见,光缆传输系统主要包含光发射机、光缆

和光接收机。光发射机的主要作用是将前端送来的宽带电视信号转换成能在光缆中传输的光信号,经光缆传输到接收端后,光接收机再将光信号转换成用户分配系统所需的电信号。

光缆传输系统设计的主要内容是根据收发两地的距离计算出光链路损耗,根据系统指标的要求确定接收机的输入光功率,并依此计算光发射机的发射功率。

在传输系统中,同轴电缆传输系统发展较早,技术成熟,但传输距离有限,且同轴电缆传输系统受外界环境影响较大,信号衰耗大,两级放大器之间的距离短,系统部件多,可靠性较差,维护使用不便。光缆传输系统传输距离远,光缆衰耗小,系统中除光发射机和光接收机之外,中间不加任何设备,系统部件少,可靠性强,维护使用方便。微波传输系统有其独特的优点,在无法敷设缆线的山区和丘陵地带架设微波传输系统是理想的选择,微波传输系统投资小,建设周期短,维护使用方便,这也是它的显著优点。

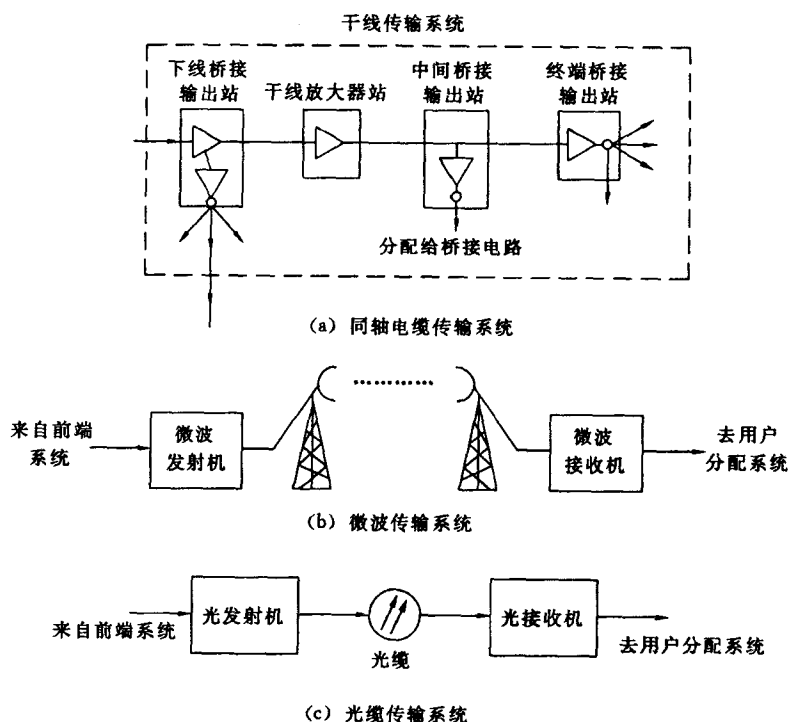


图 1.4 有线电视系统常用的传输系统组成框图

3. 用户分配系统

用户分配系统是有线电视网络的最后一个环节,直接与用户相连,它的分布面极广。它的主要作用是将传输系统送来的信号合理地分配到各个用户,具体如图 1.5 所示。由图可见,用户分配系统的分支、分配线路多采用星形放射状分布,其特点是线路短,放大器少,覆盖效率高,经济合理。用户分配系统一般从干线两侧或干线终端的干线桥接放大器或分支器提取信号,再经用户分配系统传送到用户。在用户分配系统中通常使用的部件有分配放大器、线路延长放大器、分配器、分支器、同轴电缆等有源、无源器件。