

电视教学用书

共用天线 电视系统

原理 设计 应用与维修

谭扬林 秦建成 黄水球编著

3.52

湖南科学技术出版社

共用天线电视系统原理设计应用与维修

谭岳林 秦建威 黄永建 等编著
仇义生 熊铁世 李益兵
责任编辑：沙一飞

*

湖南科学技术出版社出版发行

(长沙市展览馆路3号)

湖南省新华书店经销 长沙铁道学院火车头印刷厂印刷

*

1989年1月第1版第1次印刷

开本：787×1092毫米 1/16 印张：12.25 字数：301,000

印数：1—4,000

ISBN 7-5357-0546-6

TN·12 定价：6.95元



前 言

共用天线电视技术自本世纪四十年代问世以来,已经有了很大的发展。它可以共用一副天线接收电视广播,也可以自办节目,还可以进行传真、数据通信。它对于提高电视接收质量,以满足广大人民文化生活日益提高的要求,起了积极作用。基于上述原因,共用电视技术得到了广泛应用。

为了普及共用电视技术,提高电视收看效果,推动我省广播电视事业及电子工业的进一步发展,湖南省电视台电教部决定在电视里举办共用电视技术讲座,根据电教部的要求,我们结合自己的经验并参考了许多文献资料,编写了本书,既作为培训班的教材,又想成为从事技术人员的良好益友,并希望成为共用电视系统维护人员和广大业余无线电爱好者的指南。本书既有理论分析,又有实际应用方面的介绍。

本书第一、十章由谭扬林编著,第二、三章由秦建成编著,第五、六章由黄水球编著,第七、八章由伍义生编著,第九章及附录由熊铁世编著,第四章由李益兵编著。谭扬林副教授、伍义生高级工程师主编并最后修改定稿。

在本书的编写过程中得到了丁钟琦教授、纪国平、戴俊彦高级工程师以及梁经汉、陈铭权、李志行、谢四浩、邓平、申桥生、杨威、孟凡约、石国强、谭健的大力支持和热情鼓励,得到了长沙市电子仪器三厂、长沙市共用电视设备厂、长沙市共用天线厂、长沙市超高频设备厂的大力支持和热情鼓励,并提供了一些参考资料;在排版过程中,得到了长沙铁道学院火车头印刷厂的通力合作与大力支持,在此一并表示由衷的感谢。

由于时间的仓促以及作者水平有限,错误与遗漏之处在所难免,欢迎批评指正。

作 者

1988.10

目 录

第一章 概 论	(1)
§1-1 概 述	(1)
一、共用电视天线(CATV)与闭路电视(CCTV)系统	(1)
二、CATV、CCTV系统的主要优点	(1)
三、采用共用电视系统的必要性	(2)
四、共用电视系统的组成	(3)
五、共用电视的发展	(4)
§1-2 基本概念	(6)
一、CATV系统中的分贝概念	(6)
二、系统内的噪声	(7)
三、信噪比	(7)
四、噪音系数	(8)
五、相互调制	(9)
六、交扰调制	(9)
七、重 影	(9)
八、插入损失、分支耦合、分配损失、驻波比	(9)
§1-3 无线电波基本知识简介	(10)
一、无线电波	(10)
二、无线电波的极化	(11)
三、超短波的传播	(11)
四、重影的形成	(13)
五、接收点场强的划分	(14)
§1-4 传输线	(15)
一、馈线的种类	(15)
二、长线的概念	(16)
三、馈线的主要参数	(17)
四、馈线的匹配	(17)
五、平衡装置	(20)
第二章 闭路电视常用接收天线	(24)
§2-1 天线的基本原理	(24)
一、无线电波辐射的基本原理	(24)
二、天线的主要参数	(24)
三、对电视接收天线的要求	(27)
§2-2 引向天线	(27)

十、引向天线的工作原理	(27)
二、引向天线的尺寸	(28)
三、引向天线加宽频带的几点措施	(33)
四、天线与馈线的连接	(33)
§2-3 宽频带天线	(34)
一、对数周期天线	(34)
二、X形天线	(39)
§2-4 组合天线	(39)
一、天线的组合	(40)
二、组合天线举例	(41)
第三章 混 合 器	(44)
§3-1 混合器的作用与分类	(44)
一、混合器的作用	(44)
二、混合器的分类	(44)
§3-2 混合器的技术指标	(47)
一、接入损失	(47)
二、输入输出阻抗	(47)
三、输入端之间的相互隔离	(48)
四、工作频率	(48)
§3-3 混合器电路举例	(48)
一、由高低通滤波器组成的混合器	(48)
二、GX-21C 型混合器	(48)
三、宽频带三路混合器	(49)
四、带通多路混合器	(49)
五、UHF、VHF 混合器	(50)
第四章 线路放大器	(51)
§4-1 概 述	(51)
一、放大器的用途	(51)
二、放大器的分类	(51)
三、常用元器件的高频性能	(52)
四、技术指标	(54)
五、基本电路分析	(56)
§4-2 低电平放大器	(61)
一、用 途	(61)
二、主要指标	(61)
三、实用电路举例	(64)
§4-3 中电平放大器	(68)

一、用途	(68)
二、主要指标	(68)
三、实用电路举例	(69)
第五章 分配器和分支器	(74)
§5-1 对分配器使用材料的要求	(74)
§5-2 分配器	(75)
一、分配器的电气性能	(75)
二、二分配器	(76)
三、三分配器和四分配器	(79)
§5-3 分支器	(81)
一、分支器的电气特性	(81)
二、分支器的基本电路分析	(83)
三、常用分支器举例	(84)
第六章 CATV系统的工程设计	(87)
§6-1 概述	(87)
一、CATV系统的电气性能	(87)
二、系统设计的基本任务	(87)
三、设计中常用的图例、符号和计算方法	(87)
四、设计前的准备工作	(88)
§6-2 前端部分的设计	(88)
一、接收信号电平	(88)
二、载噪比与天线放大器输入电平的关系	(93)
三、前端载噪比的计算	(94)
§6-3 干线部分的设计	(95)
一、电缆的衰减特性及其补偿	(95)
二、干线部分载噪比的计算	(96)
三、前端与干线部分总载噪比的计算	(96)
四、干线部分电平的计算	(97)
§6-4 分配系统的设计计算	(99)
一、分配系统连接方式	(99)
二、用户端电平分配	(99)
三、分配网络电平的计算	(100)
§6-5 设计实例	(101)
一、设计实例 1	(101)
二、设计实例 2	(104)
三、设计实例 3	(108)
四、设计实例 4	(108)

§6-6 工程预算	(109)
一、调查项目	(109)
二、统计核算	(109)
第七章 CATV系统的安装	(111)
§7-1 天线的安装	(111)
一、接收天线的选择	(111)
二、接收天线位置、高度、方向的确定	(111)
三、接收天线的架设	(113)
四、天线的避雷	(116)
§7-2 前端设备和分配系统的安装	(119)
一、天线放大器与混合器的安装	(119)
二、信号分配箱	(119)
三、用户接线盒与管线敷设	(121)
四、分配器和分支器的安装	(122)
五、外线的架设	(124)
第八章 CATV系统的测试、调整与评估	(125)
§8-1 常用仪器	(125)
一、场强仪和选数电压表	(125)
二、扫频仪	(125)
三、信号发生器	(125)
四、噪声发生器	(125)
§8-2 信号电平及场强的测量	(126)
一、信号电平的测试	(126)
二、电场强度的测试	(126)
§8-3 增益、衰减幅频特性和隔离度的测试	(127)
一、增益和衰减量的测试	(127)
二、幅频特性及其不平度的测试	(128)
三、隔离度的测试	(128)
§8-4 电压驻波比测试	(128)
§8-5 噪声的测试	(129)
一、信噪比的测试	(129)
二、噪声系数的测试	(129)
§8-6 交扰调制、相互调制和交流声调制的测试	(130)
一、交扰调制	(130)
二、相互调制(差拍干扰)交流声调制	(131)
三、交流声调制	(131)
§8-7 反射波的测试	(132)

§8-8 调整与度量评估	(132)
一、前端设备的调整	(132)
二、分配系统的调整	(133)
三、共用天线系统质量评价标准	(133)
第九章 共用天线设备的使用与维修	(134)
§9-1 怎样使用共用天线电视设备	(134)
一、电视机输入端的结构	(134)
二、CATV 系统输出端的结构和馈线的联接方法	(135)
三、使用CATV 设备注意事项	(136)
§9-2 常见故障及寻找方法	(136)
一、故障现象	(136)
二、故障的确定	(137)
第十章 卫星电视地面接收站原理简介	(138)
§10-1 概述	(138)
一、卫星电视广播的特点	(138)
二、卫星电视广播的组成	(139)
三、电视信号的传输特性	(140)
§10-2 卫星电视单收站	(142)
一、什么是卫星电视单收站	(142)
二、单收站的种类及特点	(142)
三、单收站的基本组成及工作原理	(143)
四、单收站的主要技术指标	(145)
五、单收站的发展方向	(146)
§10-3 宽频带低噪放大器	(146)
一、设计	(146)
二、工艺与调节	(150)
三、性能测试	(151)
§10-4 单收站总体设计	(152)
一、概述	(152)
二、卫星电视单收站的总体设计	(153)
三、电视单收站技术性能和经济效益的理论分析	(155)
§10-5 卫星广播接收机G/T的测定	(159)
一、基本原理	(159)
二、实际测试设备和步骤	(159)
三、实验结果	(162)
四、测试中的注意事项	(162)
五、直接测量法的优点	(163)

附 录	(164)
一、分贝表	(164)
二、dB μ 及 μ V换算表	(165)
三、我国电视频道的划分	(165)
四、我国各大中城市电视广播频道表	(166)
五、各种天线的增益	(167)
六、同轴电缆特性表	(167)
七、平行馈线特性表	(167)
八、系统性能指标	(167)
九、图例符号表	(168)
十、湖南省部分厂家CATV产品性能一览表	(169)

第一章 概 论

§1-1 概 述

一、共用电视天线 (CATV) 与闭路电视 (CCTV) 系统

共用天线电视系统简称为CATV系统, CATV是英文“Community Antenna Television”的缩写。

许多用户的电视机通过电缆线共用一组室外接收天线, 接收电视信号的系統, 叫共用电视天线系统。

CATV系统是四十年代出现的一种电视接收系统, 它是多台电视接收机共用一套天线的设备。公共天线将接收来的电视信号先经过适当处理(如: 放大、混合、频道变换等), 然后由专用部件将信号合理地分配给各电视接收机。由于系统各部件之间采用了大量的同轴电缆作为信号传输线, 因而CATV系统又叫电缆电视系统。有了CATV系统, 电视图像就不会因高山或高层建筑物的遮挡或反射, 出现重影或雪花干扰。人们不但可以看好电视节目, 还可以利用这套设备来自已播放节目(如电视教学)以及从事传真通讯和各种信息的传递工作。由于电视接收机的普及和高层建筑的增多, CATV系统已成为人们生活中的不可缺少之设备。国家建委和电视工业总局规定: 凡九层以上的高层建筑和大模板结构房屋, 以及电视阴影区的房屋, 都要考虑建立共用天线电视系统。

闭路电视系统简称为CCTV系统, CCTV系统是英文“Circle Circuit Television”的缩写。

由演播设备(录相机、摄像机、调制器等)通过电缆线构成的一个完整的自办电视节目系统, 叫闭路电视系统。

由于CATV、CCTV系统都采用电缆线来传输电视信号, 常统称为电缆电视系统。目前在国外不但用该系统接收电视信号, 传输录相节目, 调频立体声广播, 信息服务, 自行编制节目, 还用于防火、防盗、自动报警, 以及处理与传输数据信息。因此, 当今的有线电视系统实际上是一代信息系统, 是一个综合的系统工程。

二、CATV、CCTV系统主要的优点

(1) 改善弱信号地区的接收效果, 减少雪花干扰

电视接收机的灵敏度是有限的, 信号太弱, 电视屏幕上会出现雪花状的杂波干扰。一般黑白电视接收机要求信号强度大于0.5毫伏, 彩色电视接收机则要求信号在1毫伏以上。

由于CATV系统可以选择有利的地势和位置安装公共天线, 并可采用低噪声天线放大器进行适当放大, 因而能比较好地解决弱信号地区的电视接收问题。

(2) 能够消除重影

电视台发射的电磁波象光波一样沿直线传播, 遇到障碍物就会产生反射, 直射波的许多反射波的叠加就造成电视图象的重影干扰。CATV系统可以选择反射波成份较少的位置安装

高质量的室外定向天线来消除这种干扰。

(3) 抗干扰性能好, 可以消除杂波, 使电视图象清晰

将CATV系统的高增益定向天线安装在电波干扰、电气干扰影响较小的地方, 就可以减小进入系统的干扰信号成分。电视信号进入系统以后, 就完全处于电缆外导体的屏蔽之中。因而采用CATV系统在一定程度上可以消除杂波干扰, 使电视图象更加清晰。

(4) 节省费用, 美化市容

每个电视用户都装一副室外电视天线, 这样不但费用高, 而且各建筑物上天线林立, 馈线乱如蛛网。采用CATV系统既可节省费用, 又有利于美化市容。

(5) 用途广泛

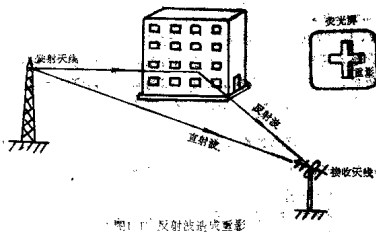
利用CATV系统还可以进行传真通讯、自动控制和信息传递等许多工作。

总之, 该系统的优点是: 图象质量好, 可扩大电视节目来源、能节约大量原材料, 安装、使用、维修方便, 有利于建筑物的美观, 为广大用户能接收到清晰的卫星电视节目, 以及今后通过该系统进行数据信息传输处理, 与其它综合服务, 奠定了基础。

三、采用共用天线电视系统的必要性

电视广播信号与光波相似, 沿直线传播。而地球表面为球形, 这样电视信号直射波就不能到达较远的接收点, 这些地方就会成为收不到电视节目的“阴影区”。另外, 电视信号在传播的途中, 遇到高山或高大建筑物时, 电波也会被隔断而产生“阴影区”。如果将CATV系统的接收天线安装在有利于接收电视信号的山顶或建筑物的高处, 那么用户就可以通过该系统收到满意的电视节目。

高大建筑物对电波的反射, 使许多接收点的电磁场混乱。有些接收点的场强并不弱, 但由于同时接收到许多个反射波, 因而在电视接收机的荧光屏上出现重影。如图1-1所示。随着城市建筑的日益发展, 高层建筑日益增多, 超短波的传播条件会越来越恶劣, 因此必须选择适当位置安装电视接收天线, 才能获得满意的接收效果。



每座高层建筑中都有许多房间, 其中不少房间用室内天线都不能获得满意的电视图象, 如果每个电视接收机都在楼顶上安装一副室外天线, 其结果将是楼顶上天线林立。这样不但经济, 而且还会产生互相干扰, 也严重地影响市容观瞻。

许多学校需要进行电视教学, 某些宾馆、旅社以及其他公共场所, 除了收看电视节目

外，还要自己播放节目。这些来自演播室、录象机或电影播放系统的电视信号，通过调制器、切换器成为高频信号再送入CATV系统，就能向各电视接收机提供这些节目的电视信号。

共用天线电视系统还可以用于双向传输、传真通讯和自动控制等一系列服务工作。

四、共用天线电视系统的组成

共用天线电视系统一般可分为前端、干线和分配分支等三个部分。如图1-2所示。

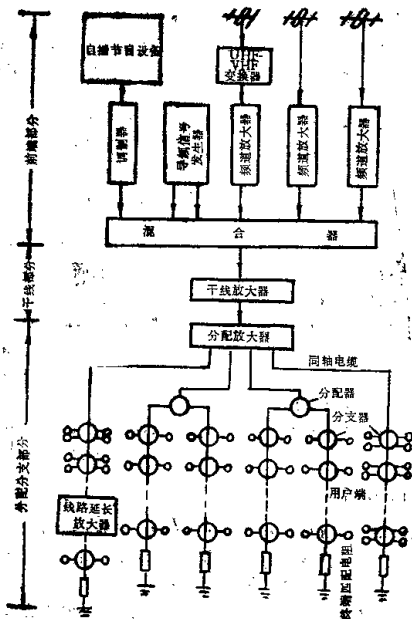


图1-2 典型CATV系统的组成

（一）、前端部分

前端部分包括电视接收天线、UHF-VHF变换器、频道放大器、导频信号发生器、自播节目设备、调制器、混合器以及传输电缆等部件。

CATV系统的前端主要有以下作用，

（1）将天线接收的各频道电视信号分别放大到一定电平，然后经混合器混合后进入干线。

（2）天线接收的UHF电视信号，由于电缆对它的损耗较大，通常先通过UHF-VHF变换器转换成VHF频道的信号，然后按VHF频道信号进行处理。

(3) 向干线放大器提供用于自动增益控制和自动斜率控制的寻踪信号。

(4) 自播节目设备也在前端部分，自播节目通过调制器后成为某一频道的电视信号而进入混合器。

(5) 将各频道电视信号变成电平大致相等的VHF频道信号后，由混合器混成一路，然后送入干线。

(二)、干线部分

干线一般是指室外的远距离传输线路。借此可以把一个信号中心与远区的几个接收端群联结起来。山区的CATV系统有时干线长达数百公里。干线越长，对信号的衰减越大，并且随着环境温度变化电缆的衰减量也变化。为保证末端信号有足够的电平，需加入干线放大器，以补偿电平的衰减。

传输电缆对信号的衰减基本上与信号频率的平方根 $\sqrt{f}$ 成正比。干线放大器的自动斜率控制特性可以补偿干线部分的频谱特性，保证干线末端各频道信号的电平基本相等。

(三)、分配分支部分

CATV系统的分配分支部分主要包括分配放大器、线路延长放大器、分配器、分支器和输出端（即用户端）。这一部分的作用是：

(1) 将干线送来的信号放大到足够电平。CATV系统中，用信号的电压值与标准电压（常取1微伏或1毫伏）之比的分贝数来表示信号强度。记作dB μ V或dBmV。干线电缆的输出信号通常只有80~95dB μ V，而分配分支部分输入信号往往需高达100~110dB μ V，因而要进行适当放大。分配器和线路延长放大器就可以起到这种作用。

(2) 向所有用户提供电平大致相等的信号。信号电平太低，信噪比不够，接收机屏幕上就会出现雪花，图象模糊不清，背景也会出现杂乱无章的干扰信号。输入接收机的信号电平太高，会在接收机内产生交扰调制。

(3) 由于CATV部件的输出端具有隔离特性，因而接收机之间互不干扰。

(4) 借助于部件输入、输出端的匹配特性，可以保证系统与接收机之间有良好的匹配。

五、共用天线电视技术的发展

为解决远离电视台的偏僻山村及高层建筑密集的太城市的电视接收问题，四十年代出现了简易的CATV系统。现在，CATV系统的规模和应用范围已大大扩展。一个大型系统可以给上万个用户提供几十个频道（包括UHF在内）的电视信号，还可以用来自已播放文艺节目，从事电视教育等工作。目前CATV技术还在进一步发展之中，下面对部分新技术作一简介。

(一) 传真通讯

传真通讯有一个信息中心，这是一个大型“资料库”，里面储存着人们经常需要了解的新闻、天气预报、广告、经济情报、电视讲座等资料信息。用户可用键盘驱动信息中心的机械或电脑，选出自己需要的信息，送入CATV系统，即可在电视屏幕上显示自己需要的信息。

(二) 双向传输

在电视教学中，师生之间的问答是双向传输的一个例子可以在各用户端增加一台摄像机和调制器，通过下列三种方法实现电视信号的双向传输。

(1) 空间分离方式

如图1-3所示，它是由正反双向两套单路通信系统构成的。

(2) 时间分离方式

如图1-4所示, 这种方式的传输线和线路放大器是公用的。当开关A、B闭合、C、D断开时, 信号沿M→N方向传输; 当开关A、B断开, C、D闭合时, 信号沿N→M方向传输。

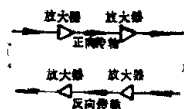


图1-3 空间分离方式

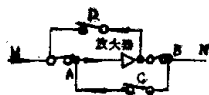


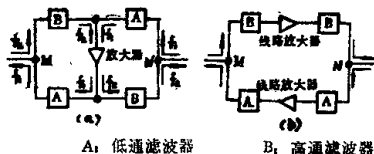
图1-4 时间分离方式

(3) 频率分离方式

如图1-5所示, 沿M→N方向传输的信号用高频道 $m f_1$ 表示, 沿N→M方向传输的信号用低频道 f_1 表示, 图1-5(a)为公用线路放大器的情况, 图1-5(b)为线路放大器分开使用的情况。前者在实际应用中有许多缺点:

- (a) 不能分别进行增益调整;
- (b) 难以实现自动增益控制和自动斜率控制;
- (c) 减小交扰调制和相互调制也很困难。

通常采用图1-5(b)所示的办法, 使用两套线路放大器和一套公用传输线。



A: 低通滤波器

B: 高通滤波器

图1-5 频率分离方式

〈三〉 传输线的改进

采用普通电缆作传输线不但价格昂贵, 而且传输损耗大, 对于频率较高的UHF频道信号, 其损耗更是不能容许的, 如SYV-75-9型同轴电缆对第1频道(49.75MHz)信号来说, 每100米的损耗约为5分贝, 对第20频道(527.25MHz)的信号, 每100米的损耗约为19分贝。近年来, 利用光缆作传输线的研究工作取得了很大进展。比如1979年3月, 加拿大曾用8根光纤的光缆作CATV系统干线传输试验。发送端用激光二极管将信号转换成光信号后送入光缆。到了接收端, 再用检测器将光信号恢复成电信号。这次试验的传输距离为8.5公里, 传送内容包括15路彩色电视信号和12路调频广播信号。由于光缆具有频带宽, 损耗小, 抗干扰能力强, 体积小, 重量轻等优点, 所以光缆传输是改进传输线的主要途径。

国外还提出了准激光通讯等其它一些解决办法, 但有待进一步研究和试验。

〈四〉 插接件的改进

国产普通插接件用于CATV部件上, 大都有以下缺点。

- (1) 价格昂贵。
- (2) 安装施工时, 要用电烙铁进行焊接, 这给施工带来很大的不便。

(3) 插接件既大又长,采用这种插接件的CATV部件,体积很大,不利于“暗装”,就是“明装”也不美观。

鉴于上述原因,过去不少厂家被迫采用螺丝压接的接线柱去代替插接件,在安装时必须拆开CATV设备的各个部件。这样不但安装、维修不方便,而且在拆卸过程中,印刷电路和各种元件都容易受到损坏。近年来试制成功的国产FL-10型插接件克服了上述缺点,已在全国范围内推广应用。

共用电视天线在国外发展异常迅速,被称为家庭中的第三根线(即图像线,第一根是电线,第二根是电话线)。每个系统平均传送12个频道的电视节目,并与卫星电视接收已结合起来。根据87年的有关资料介绍,该系统的普及率日前在美国为35%以上,加拿大70%,瑞士为37%,英国为14%,日本为19%以上,并仍在逐年发展。

日本生产的CATV系统,每年批量向西欧出口。我国台湾省84年向美国出口了十亿美元的共同天线产品。

近年来,我国的有线电视系统发展较快,并已成为我国电视传输的主要方式之一。在高层建筑,宾馆及接收电视效果差的地区住宅得到了推广应用,83年,国家建委和广播电视总局都发出了通知:“凡九层以上楼房,以及电视接收的阴影区的房屋,都要考虑建立共用电视天线系统”。这表明有线电视系统在我国将得到持久的、广泛的发展。目前国内生产有线电视系统的厂家已发展到几十家。我省近几年来,生产有线电视系统的厂家亦有不少。长沙市电子仪器三厂,便是百花中一芳,他们从部件生产到系统工程的设计,从安装到调试,全部自己承担。该厂是电子工业部整机仪器、共用电视天线定点生产的专业厂,他们在吸收国外先进技术的基础上,研制和生产DZ型有线电视系统产品,性能达到国内先进水平。85年参加了全国首届科技成果交易会,获得与会者的好评。86年又推出最新全频道系列产品,可接收1—56频道节目,及时满足了国内需要。

该厂从事电子产品生产已30余年,技术力量雄厚,职工素质好,测试设备精良、齐全,有三个产品获省优质产品称号,一个产品获得全国评比第三名,目前生产的共用天线电视系统产品达30余种,畅销全国20多个省市。其产品性能技术指标,详见附录10。

长沙市共用天线厂是生产全频道共用天线闭路电视系统整机与部件的又一专业厂家,他与长沙市电子三厂并驾齐驱,从全频道功率放大器,混合器,多功能调制器,频道转换器,滤波器,分支器到防雨型多单元天线,都配套生产,产品齐全,质量优良,工作稳定可靠,具有特色,并与省内外53个广播电视厅、局、电视台、微波站建立了长期联营关系,产品受到用户一致好评。

不少厂、所正在开始对双向CATV技术进行研究,将电话、数据与计算机网并入该系统,用光缆传输CATV电信号,把卫星电视并入CATV系统,这些新技术,有的已取得了初步成果。这预示着我国的有线电视技术将会跃入到一个新的发展阶段。

§1-2 基本概念

一、CATV系统中的分贝概念

在有线电视系统中,输入功率 P_1 与输出功率 P_2 成倍数关系,为了计算信号在传输中的增益和衰减。采用“分贝”概念后可大大简化工程计算。

$$\text{dB (分贝)} = 10 \lg \frac{P_2}{P_1}$$

输入输出阻抗均为75欧姆，上式可改为：

$$\begin{aligned} \text{dB} &= 10 \lg \left(\frac{V_o^2}{75} / \frac{V_i^2}{75} \right) = 10 \lg \left(\frac{V_o}{V_i} \right)^2 \\ &= 20 \lg \frac{V_o}{V_i} \end{aligned}$$

V_o ：输出电压； V_i ：输入电压。

定义： $\text{OdB} = 1\mu\text{V}$ ，俗称 $\text{dB}\mu$

则： $10\mu\text{V} = 20 \lg 10 = 20 \text{dB}\mu$

$$100\mu\text{V} = 40 \text{dB}\mu$$

$$1\text{mV} = 60 \text{dB}\mu$$

$$10\text{mV} = 80 \text{dB}\mu$$

$$100\text{mV} = 100 \text{dB}\mu$$

二、系统内的噪声

有线电视系统内的噪声来源天线噪声、无源网络噪声、放大器中晶体管噪声等。

形成天线噪声的原因有两种：天线的电阻噪声与空间噪声，天线的电阻较小，关键是空间的噪声，即宇宙噪声与大气噪声，一般天线的接收瓣越窄，增益越高，天线噪声越小，通常天线噪声功率在75欧姆上的电平为 $2.6 \text{dB}\mu$ 。

无源网络也是一个重要的噪声源，这是由于无源网络的损耗及网络自身的电阻分量产生的噪声。

晶体管噪声对放大器噪声系数影响较大，主要包括如下三种：接触噪声、白噪声、分配噪声。其中接触噪声的频率一般低于VHF频段，可不予考虑，白噪声与分配噪声在电视接收频段内影响较大。

三、信噪比

信噪比在电视接收中是一个重要的参数，它定义为：

$$\text{信噪比} = \frac{S}{N}$$

式中： S ：信号功率； N ：噪声功率。

用分贝表示为：

$$\frac{S}{N} (\text{dB}) = 10 \lg \frac{S}{N} = S(\text{dB}) - N(\text{dB})$$

要保证有线电视系统的用户能收到良好的图象质量，是不能靠以提高用户端电平来实现的，因为如果信噪比不够，即使用户电平高，只能是一幅充满了雪花点干扰很浓的图象。关键的问题是：要提高用户电平的信噪比，并有合适的用户电平值。我国规定：CATV系统中用户电平在VHF频段为 $57 \sim 83 \text{dB}\mu$ ，在UHF频段为 $60 \sim 83 \text{dB}\mu$ ，信噪比要大于 45dB 。

天线输出端信噪比可按下式求得：

$$\left(\frac{S}{N} \right)_a = S_a - 2.6 (\text{dB}) \quad (1-1)$$

式中： S_a 为天线输出端电平， 2.6 为天线噪声电平。

例如：测得天线输出端的信号电平为 60dB 。通过上式即可求得该信号的信噪比为 57.4dB 。

有线电视系统前端的信噪比可按下式求得：

$$\left(\frac{S}{N}\right)_z = S_s - F_s - 2.6 \text{ (dB)} \quad (1-2)$$

式中：\$F_s\$ 为前端设备中第一只放大器的噪声系数。

通过以上计算可求得在要求信噪比下的最小输入电平值。

例如：要求前端放大器输出端信号的信噪比大于45dB，宽频带放大器的噪声系数为9dB，求所需天线输出电平值。

解：\$S_s > 45\text{dB} + 9\text{dB} + 2.6\text{dB}\$

有线电视系统总信噪比公式如下：

$$\left(\frac{S}{N}\right)_z = S_s - F_z - 2.6 \text{ (dB)} \quad (1-3)$$

式中：\$F_z\$ 为系统内的总噪声系数。

四、噪音系数：

噪声系数表示放大器输出端信号相对于输入端信号信噪比变坏的程度。关系式如下：

$$F = \frac{S_i/N_i}{S_o/N_o}$$

用分贝数表示为：

$$F \text{ (dB)} = 10 \lg \frac{S_i/N_i}{S_o/N_o} \text{ (dB)} = \frac{S_i}{N_i} \text{ (dB)} - \frac{S_o}{N_o} \text{ (dB)}$$

式中：\$\frac{S_i}{N_i}\$、\$\frac{S_o}{N_o}\$ 分别为放大器输入端，输出端的信噪比分贝数。

例如：已知放大器输入端信号的信噪比为50dB，放大器的噪声系数为6dB，通过上式即可求得放大器输出端的信噪比下降到44dB。

级联放大时的总噪声系数：

多级放大器级联放大时，系统总的噪声系数关系式如下：

$$F_z = F_1 + \frac{F_2 - 1}{G_1} + \frac{F_3 - 1}{G_1 \cdot G_2} + \frac{F_4 - 1}{G_1 \cdot G_2 \cdot G_3} + \frac{F_n - 1}{G_1 \cdot G_2 \cdots G_{n-1}} \quad (1-4)$$

式中：\$F_1\$、\$G_1\$ 为第一级放大器的噪声系数与增益值，其后类推。由式可见：若要减小系统总的噪声，必须减小第一级放大器的噪声系统，和增大第一级放大器的增益。这样，第二项以后的各项均可忽略。设具有相同的噪声系数\$F\$与增益\$G\$的\$m\$个放大器级联放大，并等间隔地分布在干线上，则可根据上述公式推导出干线上的噪声系数式为：

$$F_s = mF$$

用对数表示为 \$F_s \text{ (dB)} = F \text{ (dB)} + 10 \lg m \quad (1-5)\$

由上式可见，干线上的噪声电平是随级数\$m\$呈\$10 \lg m\$关系增加的。

干线噪声与前端噪声加在一起的总噪声系数为：