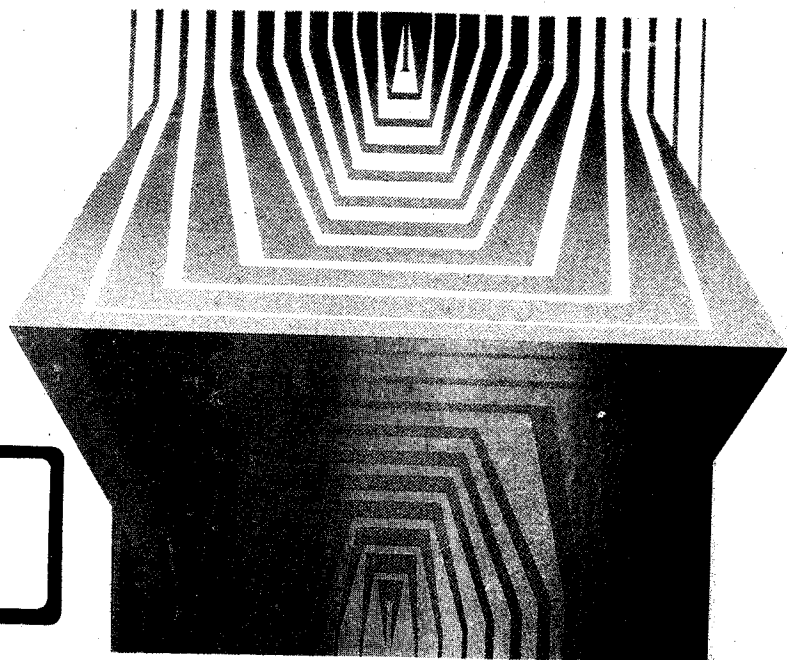


电缆电视

张万书 高宗敏 董书佩 卢健 编著



电子工业出版社

内 容 提 要

全书共分十章。分别介绍了有线电视的基础知识、系统分析、系统设计、前端设备、放大器、分支器和分配器、系统施工、调试与验收以及有线电视的测量、双向有线电视、有线电视新技术等内容。书后有九个附录，分别介绍了各种分贝对照表、换算表以及电缆分配系统验收规则等。

本书可供有关专业人员及无线电爱好者参考。

电 缆 电 视

张万书 高宗敏 董书佩 卢 健 编著

责任编辑：王小民

电子工业出版社出版(北京市万寿路)

电子工业出版社发行 各地新华书店经销

人民卫生出版社印刷厂印刷

开本: 787×1092毫米1/32 印张: 13.625插页: 1字数: 317千字

1990年12月第1版 1990年12月第1次印刷

印数: 7000册 定价: 7.00元

ISBN 7-5053-1130-1/TN·380

前 言

随着广播电视事业和城乡建设的发展，共用天线电视系统的应用在我国受到普遍的重视。人们在技术上的要求也越来越高，不仅只是为了改善接收效果和提高收看质量，而且还向应用更加广泛的闭路传输系统发展。“有线电视”技术就是这种发展的必然结果。我们根据自己多年积累的经验并参考国内外有关技术资料编写了这本书。主要介绍电视和声音电缆分配系统各部件工作原理、系统性能、测量方法、工程设计和安装调试等。目的在于对从事这方面工作的技术人员有所帮助。由于我们水平有限，错误之处在所难免，望读者赐教。

本书在写作过程中得到机械电子工业部第三研究所邱绪环总工程师的支持和帮助，在此表示感谢。

作者

1990年11月

目 录

第一章 有线电视综述和基础知识	1
1.1 有线电视综述	1
1.1.1 什么是有线电视	1
1.1.2 有线电视的现状和发展	2
1.1.3 有线电视系统的基本组成	3
1.1.4 有线电视系统举例	4
1.2 电视射频信号	7
1.2.1 电波的传播	7
1.2.2 直视距离的估算	9
1.2.3 视距内场强的估算	10
1.3 天线	10
1.3.1 基本参数	11
1.3.2 天线的种类	16
1.4 电缆	22
1.4.1 带状平行电缆和同轴电缆	22
1.4.2 电缆的名称和符号	23
1.4.3 电缆特性	24
1.4.4 几种同轴电缆的结构	26
1.4.5 电缆的选用	27
1.5 测量的分贝制	28
1.5.1 分贝(dB)	28
1.5.2 有效值电压和平均功率	33
1.5.3 电压叠加(相电压)	35
1.5.4 功率叠加(无规则相位源或称随机相位源)	37
1.5.5 功率分配	39

第二章 系统分析	42
2.1 有线电视系统的载噪比	42
2.1.1 噪声	42
2.1.2 视频信噪比和射频载噪比	50
2.1.3 有线电视系统几个参数的确定	57
2.1.4 提高载噪比的方法	64
2.2 有线电视放大器中的非线性失真	66
2.2.1 引言	66
2.2.2 非线性失真的产生机理	67
2.2.3 非线性失真的分贝表示和相对失真	76
2.2.4 由三阶失真引起的增益变化	81
2.2.5 交扰调制	82
2.2.6 非线性失真的测量	88
2.2.7 非线性失真的叠加	89
2.2.8 减小非线性失真的途径	91
第三章 系统设计	93
3.1 主观评价	93
3.2 系统性能参数	94
3.3 系统设计	96
3.3.1 系统性能讨论	96
3.3.2 电缆供电	139
3.3.3 其它问题	142
3.3.4 系统指标分配和系统设计综合	150
第四章 前端设备	157
4.1 前端和前端设备	157
4.2 频率变换器和信号处理器	157
4.2.1 频率变换器	158
4.2.2 信号处理器	167
4.3 调制器	171

4.3.1	调制器的作用	171
4.3.2	调制器的分类	172
4.3.3	调制电路	173
4.3.4	残留边带滤波器	177
4.3.5	调制器的电路原理	179
4.3.6	调制器的主要技术指标	181
4.4	混合器	182
4.4.1	混合器的作用	182
4.4.2	混合器的分类	183
4.4.3	混合器使用方法和连接形式	184
4.4.4	混合器电路举例	189
4.4.5	混合器的技术指标	189
4.5	其它前端设备	190
4.5.1	导频信号发生器	190
4.5.2	调频声音调制器	192
4.5.3	演播室设备简介	194
第五章	放大器	214
5.1	放大器的分类	214
5.1.1	在前端系统中的放大器	214
5.1.2	在传输系统中的干线放大器	215
5.1.3	在分配系统中的放大器	216
5.2	放大器的共同问题	216
5.3	天线放大器	217
5.3.1	天线放大器的作用	217
5.3.2	天线放大器的分类	217
5.3.3	阻抗匹配与噪声匹配	218
5.3.4	天线放大器的指标	225
5.4	频道放大器	228
5.4.1	频道放大器的作用	228

5.4.2	频道放大器的工作原理	228
5.4.3	频道放大器的指标	228
5.5	干线放大器	230
5.5.1	干线放大器的分类及使用条件	230
5.5.2	干线放大器的方框图	235
5.5.3	干线放大器的关键电路	239
5.5.4	干线放大器的技术指标	254
5.6	宽带放大器	258
第六章	分配器和分支器	262
6.1	分配器和分支器的种类	262
6.2	分配器	262
6.2.1	分配器的电气特性	263
6.2.2	分配器的工作原理	269
6.3	分支器	276
6.3.1	分支器电气特性	277
6.3.2	分支器基本电路	279
6.3.3	二分支、三分支和四分支器	283
6.3.4	定向耦合器	284
6.4	微带线分支分配器	284
6.4.1	微带线分支器的优缺点	285
6.4.2	微带线定向耦合器的基本原理	286
6.4.3	微带耦合线的组成及其基本特性	288
6.4.4	微带线定向耦合器的电参量	291
第七章	系统施工、调试与验收	295
7.1	天线的选用与架设	295
7.1.1	天线的选用	295
7.1.2	天线的架设	295
7.1.3	防雷	302
7.2	管线敷设	305

7.2.1	信号分配箱	305
7.2.2	户内管线敷设	307
7.2.3	户外管线敷设	308
7.3	安装	309
7.3.1	前端系统的安装	309
7.3.2	各部件的联接	310
7.3.3	户外安装	312
7.4	调试	315
7.4.1	准备工作	315
7.4.2	指标要求	316
7.4.3	前端系统的调试	316
7.4.4	干线传输系统的调试	319
7.4.5	分配系统的调试	324
7.5	验收	324
7.5.1	系统规模分类和验收标准	325
7.5.2	施工和结构方面验收	325
7.5.3	系统电气性能验收	326
7.5.4	安全验收	327
7.5.5	验收应具备的文件	328
第八章	电缆电视的测量	329
8.1	概述	329
8.2	电平的表示法和测量	330
8.2.1	开路电压和终端匹配电压	330
8.2.2	有损耗的阻抗变换	331
8.2.3	峰值电平和平均电平	332
8.3	用网络分析法测量电缆电视	334
8.3.1	扫频仪的组成和使用	334
8.3.2	提高扫频法的测量精度	336
8.3.3	几种阻抗匹配测量方法的比较	336

8.4 信号分析法	337
8.4.1 载噪比	337
8.4.2 噪声系数的测量方法	340
8.4.3 载波互调比	341
8.4.4 交扰调制比	343
8.4.5 组合差拍	344
8.4.6 信号交流声比	345
8.4.7 回波值	348
8.4.8 微分增益和微分相位	349
8.4.9 色/亮度时延差、增益差	349
8.4.10 辐射	349
8.4.11 抗扰度	351
第九章 双向电缆电视	352
9.1 概述	352
9.1.1 电缆电视发展的几个阶段	352
9.1.2 双向电缆电视名词术语	352
9.2 双向电缆电视	353
9.2.1 双向电缆电视的功能实现	353
9.2.2 双向电缆电视系统中的信息交换形式	357
9.2.3 反向系统的分析、设计与计算	364
9.3 反向传输的性能参数	369
第十章 电缆电视新技术	370
10.1 新技术的主要特征	370
10.2 卫星通信与电缆电视	371
10.2.1 利用卫星进行电视传输的优越性	371
10.2.2 我国卫星通信与广播的情况简介	372
10.2.3 卫星通讯及广播简介	372
10.2.4 卫星接收站组成简介及与地面接口方式	375
10.3 光纤传输在CATV中的应用	378

10.3.1	光纤的特性及其前景	378
10.3.2	光纤传输的基本原理	378
10.3.3	光器件	382
10.3.4	调制方式	383
10.3.5	复用方式	384
10.3.6	目前 CATV 光纤系统遇到的问题	386
10.4	微波传输在有线电视中的应用	387
10.4.1	引言	387
10.4.2	微波天线和馈线	389
10.4.3	微波传播	391
10.4.4	衰落现象	396
10.5	宽带综合信息网	397
10.5.1	信息化社会对有线电视的要求	397
10.5.2	宽带综合信息网的组网形式	401
附录一	电源等值叠加dB 换算表	403
附录二	电源不等值电压叠加dB对照表	405
附录三	不等值功率叠加dB 对照表	407
附录四	不等值功率分配dB 对照表	408
附录五	30MHz~1GHz 声音和电视信号的电缆 分配系统验收规则	409
附录六	表 1-2-1 电视频道的频率配置	414
附录七	输出口结构尺寸	417
附录八	电压驻波比与反射损耗对照表	419
附录九	文字符号索引	422
附图 1		

第一章 有线电视综述和 基础知识

本章目的是向读者介绍 CATV 系统概况、电视射频信号的传播特性、天线、电缆和 CATV 系统使用的基本测量术语等基础知识。掌握这方面的知识，对进一步理解有线电视设备和传输系统的特点是必要的。

1.1 有线电视综述

1.1.1 什么是有线电视

有线电视系统的早期形式是以接收电视广播节目为目的的共用天线电视系统 (Community Antenna Television 缩写为 CATV) 即共用一组优质天线，以有线方式将电视信号分送到各用户的电视系统。近年来“共用天线电视系统”这个名称已逐渐被人们所熟悉。它克服了楼顶上天线林立的状况，解决了高层建筑接收电视信号由于反射而产生重影的困难，改善了由于高山阻挡而形成电波阴影区处的接收效果。但是，由于科学技术的不断发展，人们并没有满足“共用天线电视系统”原有概念所包含的内容。不满足于只接收广播电视，而且还要传送其他信号，例如用录象机和调制器自行播送教育节目，文娱节目以及调频广播等，因为不向外界辐射电磁波，以有线闭路形式传送电视信号，所以被人们称之为闭路

电视 (CCTV) 或有线电视 (CTV)。实际上共用天线系统由于不断的发展和扩大既有开路又有闭路, 因而更确切地称之为电缆电视系统 (*Cable Television* 缩写都是 CATV), 或电缆分配系统。

1.1.2 电缆电视的现状和发展

电缆电视技术在国外已有很大的发展和普及, 人们把电缆电视系统的电缆线称为家庭生活中第三根线, 又叫图象线 (第一根电灯线, 第二根是电话线) 也是用户不可少的一根线。

由于电缆电视的发展不仅利用同轴电缆而且采用光缆传输电视信号, 不仅减少传输的损耗、延长传输距离而且展宽了频带, 双向传输也使人颇感兴趣, 它不仅把常规的电视和声音广播信号从前端下行传输给用户, 而且还可以把用户信息上行传输到前端。在电缆电视系统的前端, 用加密方式提供常规以外的节目, 如最新电影、戏剧等时髦节目, 用户端解码后收看, 收取一定的费用叫“付费电视”。在双向传输应用中, 用户能以脉冲方式提出节目需要, 并按实际收看时间、次数付费, 称为每次计时付费。

由于双向传输, 宽带技术和计算机技术在电缆电视系统中的应用而提供的业务, 有安全及报警查询, 观看统计, 双向视频遥测查表, 电子购货、电子邮政、电子银行, 以及定点及多点高速数据通讯等。交互式及数据通讯业务, 随着电缆电视业务的逐渐增加, 用户端的设备也不断增加, 已不仅仅是电视接收机了。

电缆电视在我国发展很快, 广泛地引起人们的兴趣, 从

最初的一付（或一组）天线供几台，几十台电视机使用发展到几千台几万台电视机共用一组天线，又能自行传送闭路信号的有线电视系统。在新建房屋中有明文规定要考虑安装有线电视系统的问题。近年来光缆应用和U频道信号的传输也使人颇受重视。双向传输的有线电视系统的应用也正在试验之中，预计不久的将来也将会有更大的发展和应用。

先进的有线电视系统几乎汇集了当代电子技术许多领域的成就，它包括电视、广播、传输微波、数字通讯、自动控制、遥控遥测和电子计算机等技术。这些技术虽然不是专门为有线电视系统的发展而开发的，倒是有线电视系统为这些技术的应用开辟了广阔的天地。也正是因为采用了这些技术成果有线电视才有可能达到更加高级完善的程度。

有线电视应用范围在逐步扩大，未来的发展是难以估量的，人们已经不满足于娱乐性，爱好性节目的传送以及家庭安全服务业务，而向不断扩展的信息交换业务上发展。已经开始的有前途的交换业务是办公室的自动化，通过有线电视系统传送和交换行政管理和商业事务。越来越多的办公室成为有线电视的用户。另一项即将实现的进展是电视会议。它不仅是一个有线电视系统中的会议，而是通过微波，通讯卫星等和其它设施进行全国性甚至全球性会议。

1.1.3 有线电视系统的基本组成

有线电视系统一般由前端，传输系统和用户分配网络等三部分组成。

接收天线或其它信号源与电缆分配系统之间的设备，用以处理须要分配的信号部分叫前端。前端包括天线放大器、

频率变换器、混合器、频率分离器和信号发生器等。前端还分为本地前端，远地前端和中心前端等。直接与系统干线或与作干线用的短距传输线路相连的前端叫本地前端。经过长距离地面微波或卫星线路把信号传递到本地前端的前端叫远地前端。通常把设置在服务区域中心，其输入来自本地前端及其它可能的信号源的一种辅助前端叫中心前端。

传输线是电缆分配系统的一个组成部分，作为信号的传输通路，这一通路可以由金属电缆、光缆、波导或它们之间的任意组合来构成。例如联在各前端之间或前端与分配点之间的馈线，进而言之，也可以理解为应用到包含一个或多个无线电路的通路。

用户分配网络是由支线（或干线）通过分配器、分支器、串接单元等部件分配给各个用户通过用户线和系统输出口与电视机相联。通常用户分配网络都采用较细的同轴电缆。

1.1.4 电缆电视系统举例

典型的电缆电视系统如图 1-1-1 所示。它可以接收 VHF、UHF 和卫星（SHF）信号，并能通过调制器，放象机输送预先录制好的节目。将各种信号混合后通过传输线和用户分配网络输送给各个用户。

前端通过 VHF 天线接收下来的信号经过天线放大器和频道放大器放大后送入混合器。在信号较强时可以省去天线放大器；通过 UHF 天线接收下来的信号经过频道转换器把 UHF 频段的信号转换成 VHF 频段后送入混合器；通过 SHF 卫星接收天线接收下来的信号经过解调器和调制器再送入混合器。对于闭路传送的录象节目也通过调制器

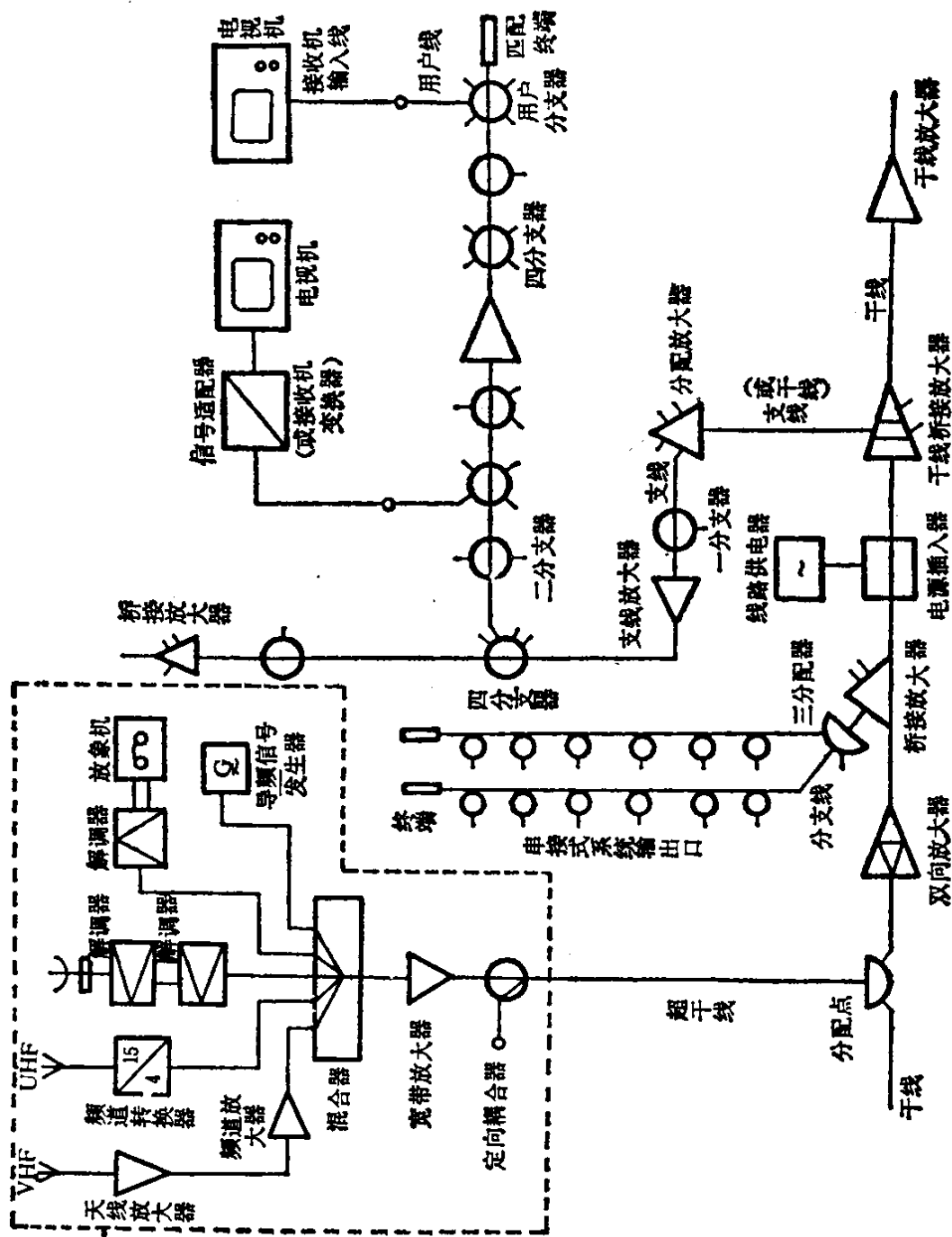


图 1-1-1 电缆电视系统图
(有自动电平, 斜率控制)

送入混合器。此外还在混合器中加入导频信号，用以调整干线放大器的增益。

在混合器的输出端经过一个具有高输出能力的宽带放大器送入传输线系统。图中定向耦合器是为了监视前端输出信号而设置的输出口。

传输线系统采用同轴电缆传输。对于长距离传输的干线和超干线都取用较粗的同轴电缆以便使传输损耗小一些，传送的距离远一些。每经过一段距离就要串接一个干线放大器，以补偿传输干线的损耗。由于电缆对高低频道的损耗不同，故干线放大器都具有一定的均衡电缆损耗差异的功能，以补偿这种差异。不仅如此，电缆的损耗还随着温度和湿度等情况的变化而变化。为了保持电平的稳定还要使用带自动电平控制和自动斜率控制的干线放大器。这种放大器通过前端发出的导频信号自动控制干线传输系统，使其正常工作。当然也可以不用导频信号而采用敏感元件组成的温度补偿电路来抵消电缆由于温度变化而引起的电平的起伏。

在干线放大器需要分出支线时，干线放大器还要具有一种分配输出的能力。我们把这种为了提供分配点而接在干线中的放大器叫干线桥接放大器（或分支放大器）和干线分路放大器（或分配放大器）。

在干线传输系统中，为了给干线放大器提供电源，还要在“电源插入口”中接入“线路供电”。

在具有双向传输功能的干线传输系统中，还必须接入双向放大器。

在干线需要放大分配的地方，要接入分路放大器。在支线需要放大的地方接入支线放大器。

用户分配网络是由分配器、分支器、串接单元以及必要

的为了提升电平用的放大器等部件组成。联接用户线的分支器为用户分支器，在系统输出口通过接收机输入线与用户电视接收机相联。采用串接式系统输出口可省去用户线，直接通过接收机输入线与用户电视机相联。为了获得良好的匹配效果，在支线的终端都接上匹配电阻（或终接电阻）。

当电缆分配系统中所分配的某种信号不符合 CCIR 制〔仅指射频（RF）〕结构时还要接入信号适配器（或接收机变换器），将该信号加以改变使其与 CCIR 制一致。

为了安全，通常在天线输入端装有防雷器，在传输线路中接有保安器。

1.2 电视射频信号

电视射频信号是用 VHF 频段和 UHF 频段发送的。图象信号以残留边带调幅信号发送；声音信号以调频信号发送。两个载波相距 6.5MHz。频带总宽度为 8MHz。我国图象信号是负极性调制的，通常所说载波信号电平是指同步顶的电平。VHF（48.5~223MHz）有 12 个频道，UHF（470~958MHz）有 56 个频道（详见附录六表 1-2-1）。

1.2.1 电波的传播

无线电波所占用的频谱是很宽的，通常按频率的高低分成许多波段，例如

长波（波长 10000~1000m）低频（LF）频率 30~300 kHz

中波（波长 1000~100m）中频（MF）频率 300~3000