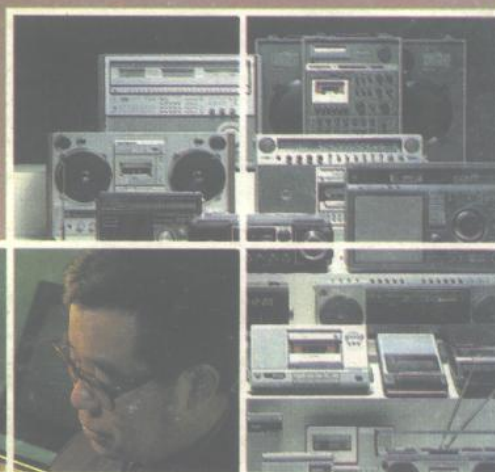
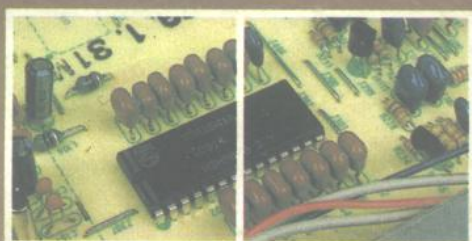
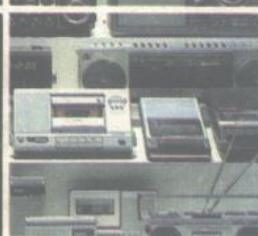


共用天线电视系统

秦绮玲 车 静 编著



● 电子技术教育丛书 ●



科学技术文献出版社

TN948.52

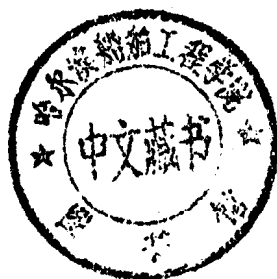
Q51

355878

电子技术教育丛书

共用天线电视系统

秦绮玲 车 晴 编著



科学技术文献出版社

(京)新登字 130 号

0116125

内容提要

CATV(共用天线电视)系统能为广泛用户提供高质量、多频道的电视节目,有效地解决重影和干扰问题。其应用日趋广泛。

本题从电视信号接收、消除重影、高质量等方面,介绍 CATV 系统的基本原理和功能。介绍 CATV 系统中常用器件的技术指示,电路和基本原理。介绍了实用的前端设计、用户分配系统设计方案,主要器件生产厂家的产品技术性能。用便于实践,容易掌握和有助于自学的方式介绍了 CATV 系统的设计、双向传输、光纤传输等)新技术。每章末都有小结和习题,以便于读者学习和掌握重点。

本书理论叙述简明,深入浅出,实际内容丰富,层次分明,适合于自学和实际技能训练和提高,对从事 CATV 系统设计、施工和维护人员有较高的参考价值。

共用天线电视系统

秦绮玲 车 晴 编著

科学技术文献出版社

(北京复兴路 15 号 邮政编码:100038)

环球印刷厂印刷

新华书店科技发行所发行 各地新华书店经售

787×1092 毫米 16 开本 19 印张 400 千字

1991 年 8 月第一版第一次印刷

印数:1-7000 册

科技新书目:242-093

ISBN 7-5023-1414-8/TN·85

定 价:7.00 元

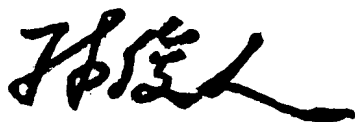
序

电子技术教育丛书编委会组织了富有实践经验的教授、高级讲师、高级工程师们用了一年多的时间,编写了这套《电子技术教育》丛书,是非常可喜的。

这套丛书的出版,对电子技术人才的培训,专业技术人员的成长一定会起到积极的作用,它将成为广大电子技术爱好者的良师益友。

我希望这套丛书能得到社会各界的关心和支持,同时通过广泛的教学实践,再据以修改补充,使其更加充实完善。

中国电子学会理事长

A stylized handwritten signature in black ink, appearing to read '孙俊人' (Sun Jia).

1990. 10. 18

电子技术教育丛书编委会

顾问：邢纯洁 郭厚登 佟 力

主任委员：刘学达

副主任委员：游泽清 王明臣

委员（按姓氏笔划）：

丁 新 卫功宜 王有春 王玉生

左万昌 宁云鹤 齐元昌 朱 毅

陈 忠 李 军 李兴民 陆如新

周贵存 张道远 张珍华 廖汇芳

前 言

为适应我国电子技术教育迅速发展的迫切需要,使教育更好地为四化建设服务,为电化教育服务,电子技术教育丛书编委会组织编写这套《电子技术教育丛书》。

丛书包括:“电子技术数学基础”,“电子技术电工基础”,“晶体管电路基础”,“脉冲与数字电路基础”,“模拟集成电路原理及应用”,“收录机和组合音响原理及电路解说”,“黑白电视机原理及电路解说”,“彩色电视机原理及电路解说”,“家用和专业用录像机原理及电路解说”,“卫星电视接收与转播”,“小型电视台转发设备”,“电子特技原理及应用”,“共用天线电视系统”,“摄像机与摄录放一体化机原理”,“操作和维修”,“小型电视台设备系统及其管理”,“实用无线电仪器与测量”,“微型计算机原理与应用”,“最新录像技术与设备”,共十八册。

这套丛书是参照电子技术类职业教育的计划和大纲编写的。它包括了电子技术专业的基础课和专业课,是有较强的系统性,每册内容又具有一定的独立性。这套丛书可作为职业教育参考教材,也可供具有中等文化程度和电子技术爱好者自学时选用。

在编写丛书过程中,编者注意到理论与实践密切结合,硬件与软件相结合,并以小型电视台(站)所必须具备的配套设备作为专业课的基础。通过一定的理论分析和运用具体实例来加深对理论概念的理解,以简明分析问题的步骤和思路为线索,突出了物理概念。在文字上力求深入浅出和通俗易懂。每章后面一般都有一定数量的习题,帮助读者巩固所学的内容。书后还附有习题解答或提示,以便读者自我检查。

本套丛书前10本自1986年出版以来,已作了三次印刷,部分内容曾作为中国电子学会举办的“全国电子技术自修班”教材使用过,充分听取了广大教师、学员对本书的意见。这次出版,对书中的遗漏和不妥之处进行了必要的修改;对部分内容也作了适当的调整和增删。例如“数字电路原理及应用”,“盒式收录机原理与电路解说”,“黑白彩色电视机原理与电路解说(上下册)”,“模拟低频电子电路”和“模拟高频电子电路”进行了改写,并增加了最新的机型和机种;“无线电数学”,“微型计算机原理和应用”进行了重写;同时又增添了“模拟集成电路原理及应用”,“卫星电视接收与转播”,“小型电视台转发设备”,“电子特技原理及应用”,“共用天线电视系统”,“摄像机与摄录放一体化机原理、操作和维修”,“小型电视台设备系统及其管理”,“实用无线电仪器与测量”,“最新录像技术与设备”等新书。

原电子工业部副部长,现中国电子学会理事长孙俊人同志亲自为本套丛书写了“序”,国家教委有关各司局领导,对丛书的出版工作给予大力支持,并直接组织指导了全套丛书的选题、编写、定稿和印刷出版全过程;有关工作人员和编辑也为全套丛书尽早与读者见面做出了很大努力。尽管如此,在较短时间里,组织出版这样一套职业教育系列丛书,难度是很大的。因此,书中的错误与不当之处在所难免,尤其是这套丛书是否能满足职业教育的要求,更有待于广大读者通过学习实践提出宝贵意见,以便在此基础上编出更适合我国的职业技术教育的丛书。

最后,我们还应向为这套丛书及时出版而付出辛勤劳动的出版、印刷等部门,以及所有参与此项工作的同志表示衷心的感谢。

丛书编辑委员会

1990年8月于北京

目 录

第一章 概论

1-1 共用天线电视系统的定义	(1)
1-2 共用天线电视系统的发展	(1)
1-3 CATV 系统的作用与功能	(3)
一、解决电视“弱场强区”和“阴影区”的信号接收	(3)
二、抗干扰性能强	(4)
三、美化市容,节约投资	(5)
四、丰富电视节目信号源	(5)
五、多功能综合应用	(6)
1-4 CATV 系统的组成	(7)
一、CATV 系统的基本结构	(7)
二、各种类型的 CATV 系统	(10)
1-5 CATV 系统指标	(14)
一、天线部份术语和指标	(14)
二、同轴电缆特性	(16)
三、信号的电缆分配系统	(17)
四、信号电缆分配系统参数	(19)
小结	(22)
复习思考题	(22)

第二章 电视广播基本原理

2-1 电视广播信号简介	(23)
一、视频信号	(23)
二、高频电视信号	(30)
三、我国电视频道的划分	(34)
2-2 高频电视信号的传播特性	(35)
一、无线电波的传播特性	(35)
二、电视信号的传播特点	(39)
三、电视信号场强的估算与测量	(42)
2-3 电波干扰与重影	(49)

一、常见的电视干扰源	(49)
二、干扰波进入电视机的途径及其现象	(50)
三、重影干扰	(50)
2-4 传输线	(51)
一、传输线的种类	(51)
二、传输线的基本参数	(52)
三、CATV 系统用的同轴电缆特性	(57)
四、平衡——不平衡变换	(60)
小结	(64)
复习思考题	(66)
第三章 电视接收天线	
3-1 天线的辐射原理和主要参数	(67)
一、辐射的基本原理	(67)
二、主要参数	(67)
3-2 半波振子天线	(71)
一、基本半波振子天线	(71)
二、折合式半波振子天线	(75)
三、新型折合半波振子天线	(78)
3-3 引向天线	(78)
一、工作原理	(78)
二、引向天线的设计原则	(79)
三、CATV 系统接收常用的多元引向天线	(83)
四、宽带引向天线	(87)
3-4 天线阵	(91)
一、天线阵的组成	(91)
二、天线阵的馈电	(93)
3-5 抗重影天线	(96)
一、带有“王”字形反射器的八单元引向天线	(96)
二、可变方向性天线	(97)
三、差值天线	(99)
小结	(100)
复习思考题	(100)
第四章 前端设备	
4-1 前端设备及技术要求	(101)
4-2 实用前端系统	(102)
一、小型系统前端	(102)
二、多波段放大器前端	(102)
三、通用全频道混合放大前端	(103)
四、积木组合式前端	(103)

4-3 放大器	(103)
一、放大器的技术指标	(104)
二、放大器的噪声、交调和互调	(107)
三、天线放大器	(112)
四、频道放大器	(116)
五、宽带放大器	(116)
六、干线放大器	(123)
七、多波段放大器	(134)
4-4 频道转换器	(135)
一、一次变频的基本原理	(135)
二、二次变频式频道转换器的基本原理	(136)
三、二次变频式频道放大器	(137)
4-5 滤波器	(138)
一、描述滤波器的主要技术参数	(140)
二、带通滤波器	(140)
三、TV 频道滤波器性能	(146)
4-6 混合器	(146)
一、混合器的技术指标	(147)
二、混合器性能一览表	(147)
三、无源混合器电路实例	(149)
四、有源混合器	(150)
4-7 导频信号发生器	(153)
4-8 调制器	(155)
一、调制器原理	(155)
二、实际电路分析	(159)
小结	(163)
复习思考题	(164)
第五章 信号分配系统	
5-1 分配器	(166)
一、分配器的类型	(166)
二、特性指标	(166)
三、工作原理	(167)
四、实际分配器电路	(169)
五、实用测试方法	(170)
5-2 分支器	(172)
一、分支器的类型	(172)
二、特性指标	(173)
三、工作原理	(174)
四、二分支器和四分支器	(175)

五、实用测试方法	(176)
5-3 分配系统内的放大器	(176)
一、分配系统中放大器的类型	(176)
二、三项主要指标	(179)
三、使用放大器的四项准则	(181)
四、放大器的简单测试	(181)
5-4 常见的几种分配网络	(182)
一、分配网络的基本型式	(182)
二、实例	(185)
5-5 干线传输系统	(188)
一、概述	(188)
二、三种工作方式	(189)
三、均衡器	(190)
第六章 系统的工程设计	
6-1 工程设计的基础知识	(193)
一、系统的特性指标	(193)
二、用户电平	(193)
三、载噪比 C/N	(195)
四、交调指数 X_m	(196)
五、系统指标的工程计算方法	(200)
6-2 前端的工程设计	(203)
一、基本设计方法	(204)
二、直接混合型前端	(206)
三、多波段放大器型前端	(207)
四、全频道混合放大前端	(208)
五、高电平混合式前端	(209)
6-3 分配网络的工程设计	(211)
一、基本设计方法	(211)
二、分配网络设计实例	(214)
6-4 中小型系统的工程设计	(215)
一、设计工作的原则与步骤	(215)
二、工程实例	(219)
6-5 大型电缆系统简介	(224)
一、上限工作频率	(224)
二、前端设备	(225)
三、干线传输系统	(227)
四、树枝型结构(干线/支线系统)	(228)
第七章 系统的安装与调试	
7-1 准备工作	(233)

一、确定施工方案	(233)
二、购置器材	(233)
7-2 天线与前端的安装	(235)
一、接收天线的位置	(235)
二、天线杆的安装	(236)
三、天线的防雷	(238)
四、接收天线的安装	(239)
五、前端设备的安装	(242)
7-3 分配系统的安装	(242)
一、放大器箱的安装	(242)
二、分支器的安装	(243)
三、室内电缆的安装	(244)
四、楼间电缆的安装	(245)
五、干线电缆的安装	(246)
7-4 天线和前端的调试	(246)
一、天线的调试	(247)
二、前端的调试	(250)
7-5 干线与分配网络的调试	(251)
一、分配网络的调试	(251)
二、干线的调试	(251)
7-6 系统的统调	(252)
第八章 CATV 新技术综述	
8-1 邻频道传输技术	(255)
一、传输频谱划分	(256)
二、邻频道传输技术要求	(257)
三、邻频道传输中采用的信号处理方式	(257)
四、邻频道传输 CATV 系统	(258)
8-2 双向传输技术	(261)
一、双向传输的应用	(261)
二、双向传输技术	(261)
三、双向传输系统的噪声	(262)
8-3 CATV 远距离光纤传输	(264)
一、光纤传输原理	(267)
二、基带模拟光纤传输系统	(268)
三、CATV 光纤电视传输系统实例	(270)
8-4 CATV 系统中的微波信号传输	(272)
一、微波传输的优点	(272)
二、基本传输技术	(272)
8-5 微波多路电视传输分配系统	(275)

一、系统简介	(276)
二、设备原理	(278)
三、MMDS 系统与有线电视系统兼容	(278)
四、系统性能分析	(279)
五、设备技术指标	(280)
8-6 CATV 系统的卫星接收技术	(281)
一、卫星广播原理	(281)
二、卫星广播接收	(282)
附录 LFC—945 场强仪使用说明和电原理图	(285)
参考文献	(287)

第一章 概论

1949年,美国俄勒冈州阿斯特利亚小镇由于远离电视台,收看电视困难,为解决此问题,在山顶上架设了增益较高的大型天线,多个用户共用一付天线解决了收看电视困难的问题,这就是最早出现的共用天线(Community Antenna Television 简称 CATV)系统,如图 1-1(a)所示。它是由最简单的电视接收、传输和分配网络组成。早期的 CATV 系统主要解决远离电视台地区和高层建筑物密集的城市地区难以收到高质量电视信号的问题。随着通讯技术和广播电视技术的迅速发展,CATV 系统以其传输质量高、系统功能强、施工方便、使用安全、美化城市、不占用空间频道、抗干扰能力强等优点而广泛用于电视广播、工业监测、电化教育、数据传输、图文传真等方面。现代的 CATV 系统是一个能处理多种信号的信息综合性系统。

1-1 共用天线电视系统的定义

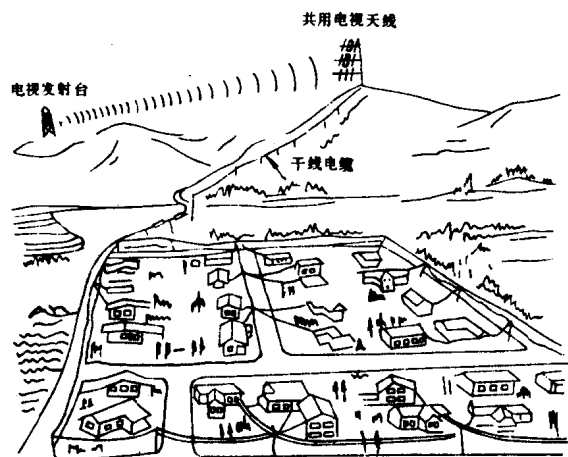
最基本的 CATV(共用天线电视)系统之含义为若干个用户通过分配网络共用接收天线。这类 CATV 系统只用于接收开路电视信号,其结构也比较简单。随着技术水平的提高和发展,简单 CATV 系统不断完善,功能不断增强,用户越来越多。所以,原型 CATV 系统最初的共同天线之含义已不够贴切。人们根据系统用电缆传输的基本特征赋予了 CATV 系统广泛的含义——有线电视(Cable TV 简称 CATV)系统。由于传统的原因,也习惯称之为共用天线电视系统。

CATV 是将电视信号用闭路网络传输的方式传给用户,电视台或电视卫星通过向空中发射无线电波将电视信号传给用户。由于传送给用户的方式不同,前者又可称为闭路传输方式,后者称为开路传输方式,因而 CATV 系统又被称为闭路电视系统。

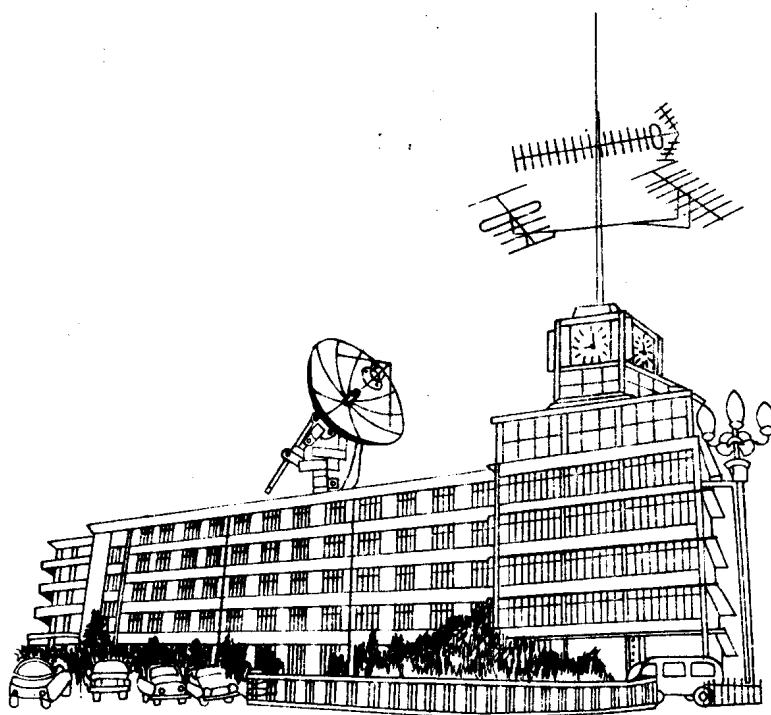
1-2 共用天线电视系统的发展

最早的共用天线电视系统出现在 1948~1949 年,主要是将天线架设在山顶或高塔之上,通过分配网络将信号传给那些因传输距离远、被高山或地形地物阻挡接收不到电视信号或由于重影影响接收质量的用户。到 1952 年,世界上约有 70 个这样的 CATV 系统为 1400 个用户服务,其接收信道从一个、三个、五个发展到十二个。

随着 CATV 系统设备的改善和技术的改进,系统由原来只能传输几个频道信号的小容量系统发展到能传输几十个频道的大容量系统。从几十个用户的小系统发展到几十万用户的大系统。到 80 年代中期,美国已形成近五千个 CATV 系统,为约三千万用户服务,其节目传输容量超过四十个频道。许多系统覆盖整个城市,或连接相邻的城市,传输距离达几十公里。系统可为用户提供高质量开路电视台电视节目、广播卫星电视节目、自办闭路电视节目、付费电



(a) 受高山阻挡的电视信号弱场强处使用共用天线示意图



(b) 安装共用天线电视系统的楼房

图 1-1 共用电视天线的设施图

视节目、数据传输、静止图像传真、计算机连网等多种信息服务。目前,日本、西德、英国、加拿大等发达国家都建有大容量、多功能、用户总数达百万个的大型 CATV 系统。许多国家都制定了本国 CATV 发展规划。可以预见,CATV 作为一种有效的电视信息传输方式,与开路电视、广播通讯系统、卫星广播通讯系统一样,将会更加迅速地发展,成为推进社会现代化的重要手段。

我国的 CATV 系统发展起步较晚,70 年代第一套 CATV 系统在北京饭店建成后,其发展十分迅速。随着电子技术的发展,元器件、材料的改善和引进国外先进技术,CATV 器件和设备不断改进,其性能不断提高,技术指标,稳定性和可靠性方面都达到了 80 年代国际水平。从最早的 VHF(甚高频)频段系统发展到全频道系统。解决了全频道电视系统、UHF(超高频)信号接收、变换、传输、卫星电视信号接收等技术问题。全国已有上百个 CATV 系统设备、器材生产厂家,有数以千计的 CATV 工程设计、安装队。已建成数以万计的各种 CATV 系统。

目前,我国 CATV 系统总数约 9000 多个,用户达 800 多万。我国最大的 CATV 系统用户总数达几十万个,信道容量十几个,传输距离达几十公里,能为用户提供多套开路电视节目,多套卫星电视节目和多套自办电视节目。许多大型企业诸如各大型钢铁公司、大型汽车制造公司和石化公司等都建立了用户数超过几万户的大型系统。近两年来,城市 CATV 大型系统也得到了发展,相继建立了象北京丰台区、广东佛山市湖北沙市和上海市等一些有代表性的大型 CATV 系统。随着农村生活水平的提高和卫星广播电视技术的发展,广大农民迫切需要收看广播电视节目,相继建成了一大批具有中国农村特色、能接收多套卫星电视广播、开路电视节目、自办电视、广播节目的广播电视兼容型 CATV 系统。

尽管我国 CATV 系统之多被称世界之最,但在传输容量和功能方面,大部份 CATV 系统仍然是停留在共用天线电视接收阶段。所不同的是,由于技术水平的提高,传输频段由 VHF 扩展到了全频段。共用接收天线由一般的开路电视接收发展到共用卫星天线接收、闭路节目服务阶段,可传递节目十套以上。如图 1-1(b)。

目前,工业发达国家正在努力开拓和应用 CATV 系统的新功能,扩大系统容量,使之与通讯、计算机、光纤技术相结合,使之发展成为现代社会中技术先进、完善的综合信息系统。我国 CATV 系统也进入了解决远距离信号传输、多频道大容量和开拓多功能的新阶段。可以预见,CATV 系统具有广阔的发展前途。

1-3 CATV 系统的作用与功能

一、解决电视“弱场强区”和“阴影区”的信号接收

1. “弱场强区”

电视发射台发射的高频电视信号以一定的功率向空中辐射电磁波能量,随着距离的增加,其辐射的电磁波能量逐渐减弱(称为能量扩散衰减)。当信号场强(用来度量电磁场能量大小的量)低于电视机的接收灵敏度时,接收图像质量就会变差,出现雪花,直至完全收不到信号。场强低于规定接收值的接收区便称为“弱场强区”。

提高“弱场强区”电视接收质量的办法是增加电视接收天线的高度,架设高增益电视接收天线,增加低噪声天线放大器使接收信号电平提高。个体用户由于场地、经济等原因,不可能完全实现以上措施,采用 CATV 系统则可以实现。共用的大型高增益电视接收天线可以安装在高

塔或山顶上。信号经低噪声天线放大器放大后再通过分配系统送给每一个用户。如图 1-1(a)。

2. “阴影区”

在开路电视信号传输所采用的 VHF 和 UHF 频段,其频率范围是 48~860 兆赫。电磁波近似为直线传播,在遇到障碍物(如高山、大楼)阻挡时,被反射和部份吸收。即使离电视台很近,在那些看不到电视发射塔(即收不到直射波)的地区,其收看效果也会很差。这种场强低于正常接收值、电视机无法正常接收的区域称为“阴影区”。

解决“阴影区”内用户收看好电视节目的办法是在高楼顶上或在能直接收到直射波的地方安装接收天线,通过分配系统把信号传给用户,如图 1-2。

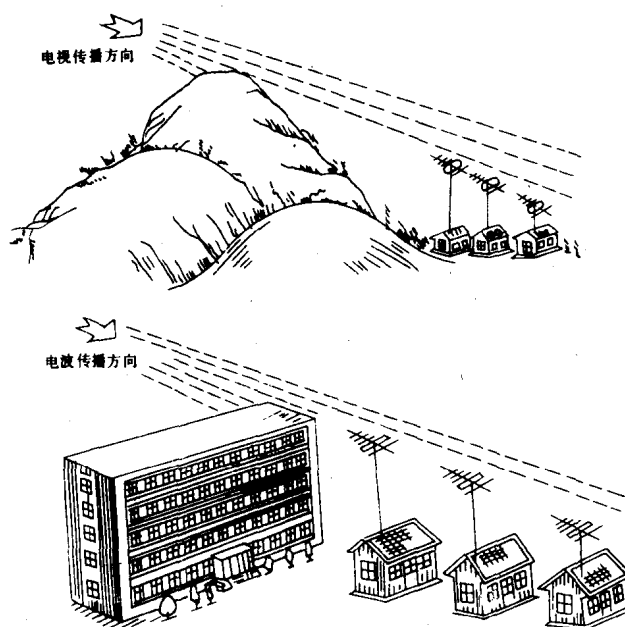


图 1-2 高山及高层建筑物阻挡造成“弱场强区”和“阴影区”

二、抗干扰性能强

1. 重影干扰和电气杂波干扰

一般,在城市收看电视时,干扰要比农村旷野地区严重,主要为重影干扰,如图 1-3,和电气干扰(杂波干扰)。前者在电视机屏幕上出现重影,后者则使图像出现干扰条纹,抖动、噪声等,影响正常收看。

重影干扰的产生,是由于超高频电视信号在传播过程中遇障碍物反射形成反射波,当电视接收天线同时收到直射波和反射波时,由于反射波传输路程长,比直射波晚到达(滞后一段时间),在电视信号的右侧会出现一个比图像亮度稍低的图像,这就是重影,如图 1-3 所示。在城市,由于高大建筑物很多,形成多次反射和多个反射波,当所接收到的反射波多于一个时,在电视机屏幕上将形成多个图像或虚像,使重影干扰加重。

城市使用的高频电气设备所产生的电脉冲形成宽频带内的电气干扰。如高频电炉、高频热合机、电机、汽车点火装置等。这种干扰杂波分布带很宽,影响电视图像的正常收看。

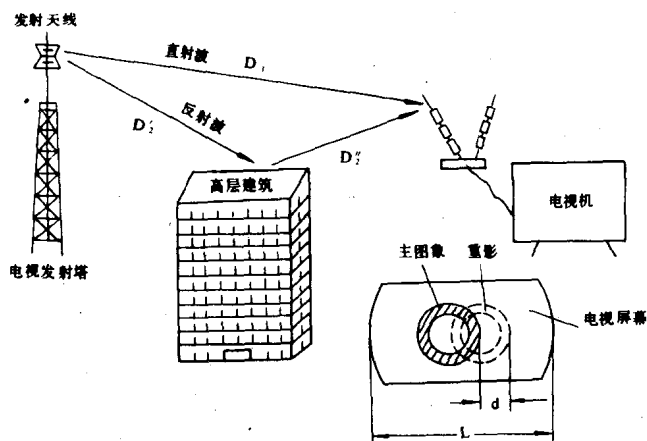


图 1-3 重影图像的形成

2. 解决重影干扰和电气干扰的方法

对于重影干扰, CATV 系统可采用高增益、强方向性天线来抑制, 也可以采用抗重影接收技术来消除重影干扰; 对于电气干扰, CATV 系统内可采用各种滤波器将频道外的干扰杂波滤除, 大大地减小其干扰影响, 从而使电视图像清晰, 稳定, 获得较好的收看效果。

三、美化市容, 节约投资

目前, 随着电视广播的迅速发展、电视机的数量愈来愈多, 群众对电视节目的质量要求越来越高, 收看节目套数也增多。在高楼林立的城市里, 为了收看好电视节目, 需要安装室外接收天线, 许多用户安装的室外天线将会造成城市楼顶天线林立, 如图 1-4, 不仅影响了城市市容美观, 而且还将耗费大量金属材料 and 资金, 造成建筑物承重, 增加风压等问题, 也带来避雷不当而危及安全的问题。此外, 天线相互距离较近的几台电视机还因电视机本地振荡频率的寄生辐射造成互相干扰而影响正常收看。

安装 CATV 系统后, 几百户、几千户或上万户居民区中只安装一付或几付天线, 不再需要成千上万付天线, 这样既节省了大量金属材料, 又能安装必要的避雷设施, 以确保用户安全; 既美化了市容, 又节约了投资, 使用安全可靠。

四、丰富电视节目信号源

开路电视频道, 目前在 VHF 频段需间隔一个频道而 UHF 频段需间隔六个频道发射高频电视信号, 因而频道资源有限, 而且使用 UHF 频段的高频段, 电视广播投资较大, 每个用户独立地良好接收多个开路电视节目有一定的困难。CATV 系统可以利用一套前端设备通过分配网络为众多的用户服务。增加前端中的接收, 信号处理设备投资, 扩大节目信号源, 将收到投资少, 效益高的效果。CATV 系统所能传送的电视频道比开路电视广播多, 系统之间不会形成互相干扰。

1. 开路电视信号接收

通过架设多付高增益、强方向性天线, 不但可以获得质量高的当地电视信号, 而且能接收