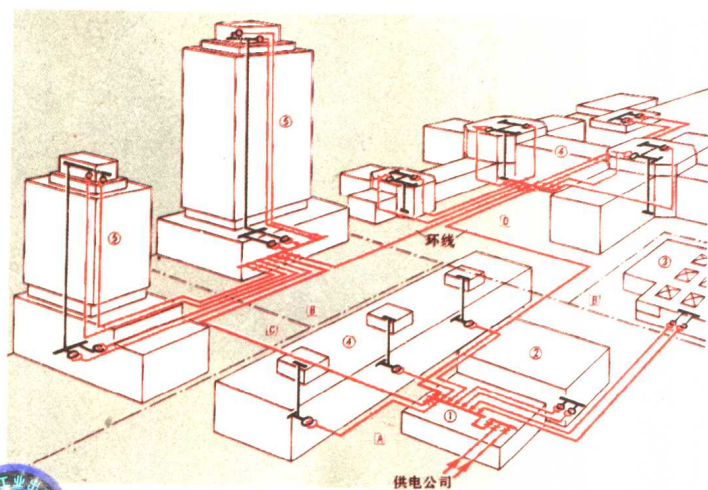


高等学校建筑电气技术系列教材

电缆电视系统

叶选 丁玉林 主编

● 中国建筑工业出版社



(京)新登字 035 号

图书在版编目 (CIP) 数据

有线电视系统/叶选, 丁玉林主编. --北京: 中国建筑工业出版社, 1997

高等学校建筑电气技术系列教材

ISBN 7-112-03186-9

I. 电… I. ①叶… ②丁… II. 有线电视-高等学校-教材 IV. TN949.194

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (97) 第 04571 号

随着物质文明建设的不断发展,人们也需要有丰富的精神文化生活,电视日益成为人们日常生活中不可缺少的伙伴。有线电视已是建筑电气设计、安装和调试工作中的重要组成部分,人们亟需掌握这方面的知识。

本书取材新颖,突出建筑电气设计的特点,深入浅出地阐明有线电视系统的工作原理,侧重说明工程设计方法。内容包括共用天线电视、有线电视、卫星电视等部分。书中附有实用图表和设备器材特性参数等资料,便于实际应用;在重要篇章之后还附有思考题、习题及相关的实验指导,以利于读者深入掌握学习内容。

本书为高等院校电气技术专业(本、专科)学生使用的教材,同时也可作为从事建筑电气自动化的科研、设计、施工单位工程人员的参考书。

高等学校建筑电气技术系列教材

有线电视系统

叶选 丁玉林 主编

中国建筑工业出版社出版(北京西郊百万庄)

新华书店总店科技发行所发行

北京市彩桥印刷厂印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 17½ 字数: 421 千字

1997 年 12 月第一版 1997 年 12 月第一次印刷

印数: 1—4500 册 定价: 21.40 元

ISBN 7-112-03186-9

TU·2455 (8326)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题,可寄本社退换

(邮政编码 100037)

高等学校建筑电气技术系列教材 编审委员会成员

名誉主任：谭静文 沈阳建筑工程学院
赵铁凡 中国建筑教育协会
主任：梁延东 沈阳建筑工程学院
副主任：汪纪锋 重庆建筑大学
孙光伟 哈尔滨建筑大学
贺智修 北京建筑工程学院
委员：（以姓氏笔画为序）
王 俭 西北建筑工程学院
邓亦仁 重庆建筑大学
兰瑞生 沈阳建筑工程学院
孙建民 南京建筑工程学院
李 伟 山东建筑工程学院
李尔学 辽宁工学院
朱首明 中国建筑工业出版社
寿大云 北京建筑工程学院
张 重 吉林建筑工程学院
张九根 南京建筑工程学院
张汉杰 哈尔滨建筑大学
张德江 吉林建筑工程学院
武 夫 安徽建筑工业学院
赵安兴 山东建筑工程学院
赵良斌 西北建筑工程学院
赵彦强 安徽建筑工业学院
高延伟 建设部人事教育劳动司
阎 钿 辽宁工学院
秘书：李文阁 沈阳建筑工程学院

序 言

高等学校建筑电气技术系列教材是根据 1995 年 7 月 31 日至 8 月 2 日在沈阳召开的建设部部分高等学校建筑电气技术系列教材研讨会的会议精神，由高等学校建筑电气技术系列教材编审委员会组织编写的。

本系列教材以适应和满足高等学校电气技术专业（建筑电气技术）教学和科研的需要，培养建筑电气技术专业人才为主要目标，同时也面向从事建筑电气自动化技术的科研、设计、运行及施工单位，提供建筑电气技术标准、规范以及必备的基础理论知识。

本系列教材努力做到内容充实，重点突出，条理清楚，叙述严谨。参加本系列教材编写的教师，均长期工作在电气技术专业的教学、科研、开发与应用的第一线。多年的教学与科研实践，使他们具备了扎实的理论基础及较丰富的实践经验。

我们真诚地希望，使用本系列教材的广大读者提出宝贵的批评意见，以便改进我们的工作。

我们深信，为加速我国建筑电气技术的全面发展，完善与提高我国高等学校建筑电气技术教学与科研工作的建设，高等学校建筑电气技术系列教材的出版将是及时的，也是完全必要的。

高等学校建筑电气技术系列教材
编审委员会

1996 年 10 月 6 日

前 言

随着无线电电子技术、通信技术、计算机技术等高科技的发展,以传送包括电视图像信息等多媒体技术在内的信息高速公路的建设令世人瞩目,而有线电视网络作为信息高速公路的基础设施之一,已成为建筑电气工程的重要组成部分。高等院校电气技术专业的广大师生及建筑电气工程技术人员迫切需要系统地掌握这方面的知识,本书正是为了适应这种形势而编写的。

本书比较全面、系统地介绍了有线电视系统的原理,常用设备的工作原理和其性能指标,以及系统的设计方法。本书内容除注意到一定的理论阐述,更注重理论联系实际,用一定的篇幅介绍了在有线电视系统布局、施工、检测和安装调试技术等方面的实际内容,并列举有部分实例;还用一定篇幅介绍了卫星电视、闭路有线电视等工作原理和设计方法。书中列入一定数量在建筑电气工程中常用到的图表和设备器材特性参数资料等,便于设计时参考和使用;在各重要篇章后附有与其内容相关的思考题、习题与实验指导,以便加深对学习内容的理解。

本书由叶选、丁玉林主编,李全民、张重、陈峻参与编写,全书由张仁荣主审。书中第一章、第五章和第八章由丁玉林编写,第三章和第九章由李全民编写,第二章和第七章由张重编写,第六章和第十章由陈峻编写,叶选除编写第四章、第十一章和第十二章外,还对其余各章进行了编审。

本书在编写过程中,参考了大量的文献资料,并引用了其中某些材料,在此谨向这些文献资料的作者表示衷心的感谢。

本书的出版是在《有线电视系统》教材编写组全体同志的努力下,教材编审委员会及出版社的大力支持下完成的,在此也一并表示感谢。

虽然编者尽了最大的努力,但由于经验和水平有限,编写时间又很仓促,书中难免有不少缺点和错漏之处,敬请广大读者批评与指正。

目 录

第一章 有线电视系统概论	1
第一节 有线电视系统的发展概况	1
第二节 有线电视系统的作用与功能	3
第三节 有线电视系统的组成和分类	4
思考题与习题	7
第二章 电视广播的基本原理	8
第一节 电视信号的产生	8
第二节 电视信号的传播	15
第三节 电视接收机的基本工作原理	23
思考题与习题	28
第三章 摄像与录像	29
第一节 彩色摄像机的基本工作原理	29
第二节 摄像机的附属设备	36
第三节 录像机的基本工作原理	39
第四节 摄录像信号的传输	43
思考题与习题	45
第四章 电视接收天线	46
第一节 天线的基本原理	46
第二节 天线的主要参数	48
第三节 半波振子天线	52
第四节 常用的天线	55
思考题与习题	62
第五章 有线电视系统的传输线（馈线）	63
第一节 同轴射频电缆	63
第二节 同轴电缆的基本参数	65
第三节 馈线的匹配	69
思考题与习题	71
第六章 前端设备	72
第一节 前端系统的组成及技术要求	72
第二节 天线放大器	73
第三节 混合器、分波器	79
第四节 频道转换器	83
第五节 调制器	86
第六节 衰减器	89
第七节 均衡器	91
第八节 滤波器	93

第九节 导频信号发生器	94
思考题与习题	96
第七章 传输网与分配系统设备	97
第一节 分配器	97
第二节 分支器	101
第三节 传输网与分配系统的放大器	105
思考题与习题	108
第八章 有线电视系统的工程设计	109
第一节 设计基础	109
第二节 系统设计的任务	123
第三节 前端的工程设计	125
第四节 干线传输部分的工程设计	131
第五节 分配系统的工程设计	138
第六节 有线电视系统的工程设计步骤	142
思考题与习题	151
第九章 有线电视系统的安装	153
第一节 施工前的准备工作	153
第二节 天线的安装	157
第三节 前端设备的安装	160
第四节 传输干线与分配部分的安装	162
思考题与习题	166
第十章 有线电视系统的调试和测量	167
第一节 天线和前端设备的调试	167
第二节 干线和分配系统的调试	170
第三节 常用的测量仪器	172
第四节 系统指标和参数的测量方法	176
第十一章 有线电视系统的其他技术	183
第一节 有线电视系统	183
第二节 邻频传输技术	189
第三节 光缆有线电视系统	192
第四节 有线电视信号的无线传输方式	194
第十二章 卫星电视	200
第一节 卫星电视的广播与接收	200
第二节 卫星电视接收地面站的设立	206
第三节 卫星电视地面接收设备	213
思考题与习题	220
实验指导	221
附录 1 有线电视广播系统技术规范	223
附录 2 声音和电视信号的电缆分配系统图形符号	238
附录 3 关于有线电视现阶段网络技术体制的意见	245
附录 4 有线电视工程常用器材的特性参数	249
参考文献	268

第一章 电缆电视系统概论

第一节 电缆电视系统的发展概况

电缆电视系统自 40 年代末期在美国建立了第一套共用天线电视系统以来,经过了几十年的历程,在世界各国得到了迅速发展,正在成为人们日常生活中继电力线、电话线之后的第三条生活线。

一、共用天线电视系统

电缆电视系统早期称为共用天线电视系统,其英文名称为 Community Antenna Television System,缩写为 CATV。顾名思义,共用天线电视系统就是很多用户共用一组室外电视接收天线,接收电视台发射的开路电视信号,并经过信号处理后通过电缆将信号分配给各个用户的系统。早期的共用天线电视系统主要有以下几个特点:

(1) 主要接收电视台发射的开路电视信号,播放 1~2 套录像节目,系统最多可传送 12 套左右的节目。

(2) 系统规模小,通常是一幢楼房、几幢楼房或一个居民小区等。传输距离一般不超过 1km。

(3) 系统为全频道或隔频道工作方式,工作频率高,最高可达 860MHz。

在电缆电视系统发展的初期,当周围空间所能提供的频道数量较少时,共用天线电视系统在一定程度上满足了人们收看电视的需求。

二、电缆电视系统

随着社会的进步和时间的推移,周围空间能够提供的频道数量增加了,人们不再满足于仅仅收看电视台发射的开路信号,还希望通过其他途径获得电视节目,也还希望通过电缆电视系统进行信息交流,因此系统传送的频道越来越多,系统的规模越来越大,系统的功能越来越丰富。原有的共用天线电视系统已不能适应人们的需要,在此基础上就产生了电缆电视系统。电缆电视系统就是用电缆既传送电视台发射的开路信号,又传送卫星信号、微波信号、自办节目信号、双向数据信号等,并对各种信号进行处理、放大的系统。由于该系统是用电缆传送的,因此称为电缆电视系统,英文名称为 Cable Television System,其缩写正好也是 CATV。由于共用天线电视系统也是用电缆传送的,可认为共用天线电视系统就是电缆电视系统的一部分,属于电缆电视系统的初级阶段,两者并没有很严格的差别,只是在传输的频道数量上、传送方式上、系统的规模、功能上存在着一定的差别。由于有线电视系统、闭路电视系统的信号也都是用电缆传送的,因此,这两种系统也都属于电缆电视系统的范畴。为了方便起见,本书中无论是共用天线电视系统、有线电视系统还是闭路电视系统,都统一归为电缆电视系统(或 CATV 系统)。

三、电缆电视系统的发展

我国的电缆电视系统产生于 70 年代,第一套系统于 1974 年在北京饭店建成。80 年代

在全国的各大城市陆续建成。进入 90 年代后, 全国的各个县城、乡镇正在大力发展有线电视系统。全国最大的系统用户数量已经超过 100 万户, 传送的频道数量已经达到 20 多个, 系统的功能正在进一步的开发。

国外有线电视系统的发展以美国最具代表性。美国是全世界有线电视发展最早、也是最快的国家, 有线电视的用户率已达到 60%, 有 1 千多个 1 万户以上的大系统, 最大的系统达到 52 万个用户, 一般系统传送的频道数量约 30 多个, 最大的系统可传送 75 个频道的节目。新技术在有线电视系统中得到广泛的应用, 今后的发展趋势是:

(一) 大规模、多频道

有线电视系统发展到 90 年代, 已经形成了门类齐全、产品配套、技术先进成熟的完整体系, 在传递信息、丰富人们文化生活方面起着越来越大的作用。由于实行了有偿收看电视, 各有线电视系统的主办单位都希望通过增加频道数量来吸引更多的用户入网。由于用户数量的增加, 给主办者带来一定的经济效益, 同时由于收视率的提高, 广告效益大为增加, 这样又促使主办单位进一步扩大系统的规模, 开通新的频道, 使得有线电视系统处于良性循环。

(二) 多功能、多媒体

有线电视系统通过电缆把千家万户联系在一起, 这就为实现各种信息通讯提供了客观条件。传统的有线电视系统均是单向传送图像信息的, 自 80 年代以来双向传输在国外得到了逐步发展, 正向传送图像信号, 反向传送数据信息, 使图像与通信相结合, 通过计算机联网, 将各种传输媒体通过电缆有效地连接在一起。主要有:

1. 按次收费电视

当用户需要收看某些加密特别节目时, 利用双向传输数据, 当控制中心确认已交费后方能收看到节目。

2. 视听率调查

控制中心通过电缆向各用户发出视听率调查信息, 用户将结果反向传输给中心。

3. 视听者参加的节目

在有线电视台举办的讨论节目活动中, 边收集视听者的意见, 边在画面上显示反映, 并同时把节目进行下去。如: 视听者作为猜谜比赛的回答者参加; 对唱歌比赛节目的投票; 对赞助者礼物的募集和接受等。

4. 家庭购物

利用有线电视系统, 将商品信息用图像展列出来, 用户再利用双向传输订购。

5. 点播录像节目

利用数据压缩技术, 用户在家中可通过有线电视系统向中心录像带库点播想要收看的录像节目。

除了上述的功能外, 还有很多的功能正在开发利用之中。可以预见, 随着技术的不断成熟, 有线电视系统的功能有着很广阔的前景。

(三) 光纤传输

传统的 CATV 系统是用电缆传送信号的, 由于电缆的损耗随着传输距离的增加而加大, 使得电缆传输的距离受到限制, 通常只能传输 10 多公里。由于光缆的传输损耗很低 (目前的光缆损耗已能做到 0.4dB/km 左右, 而最好的同轴电缆在 550MHz 时的损耗高达

26.9dB/km), 现在的调幅光缆传输系统, 每根光缆已可容纳 40 个频道, 不加中继的传输距离可达 20km, 若加入中继后, 传输距离还可大大增加。

(四) 卫星传送、微波传送

虽然利用光缆传输可使系统的传输范围大大增加, 但是要实现一个地区, 乃至全省、全国范围内的有线电视系统的联网, 则必须通过卫星、微波传输, 利用有线-无线-有线的传输方式实现点与点之间的连接, 可使系统的服务范围扩大至几十、几百, 甚至几千公里。同时, 利用卫星、微波传输可以解决好点与面之间的传输, 例如微波多路分配系统(MMDS) 和调幅微波链路(AML), 可以将信号从中心传送至各个子系统, 同时可将信号直接传送至各个用户, 此类系统又称为无线 CATV 系统; 国外正在研究开发的还有另一种无线 CATV 系统, 采用数字压缩技术, 使得一颗卫星上可同时传输几十套、上百套的电视节目, 通过家用小型卫星接收天线同时接收到这些节目。因此, 无线 CATV 也是今后的发展方向之一。

第二节 有线电视系统的作用与功能

一、改善“弱场强区”“阴影区”的收视条件

1. 弱场强区

电视台发射的高频电视信号是以一定的功率向空间辐射电磁波的。随着传输距离的增加, 空间信号场强越来越低, 当低于电视机的接收灵敏度时, 图像质量变差, 出现雪花, 甚至收不到信号, 这些区域就称为弱场强区。

2. 阴影区

电视台发射的信号, 主要以直线传输, 当遇到障碍物阻挡时(如楼房、山丘等), 部分信号能量被反射和吸收, 使得障碍物后面部分的场强较低, 收看效果差, 有时即使离电视台很近, 收看效果也会很差。这种由于障碍物阻挡而造成收看效果差的区域称为阴影区。

有线电视系统通过对信号接收、放大等处理, 能够很好地解决弱场强区、阴影区的收视条件。

二、抗干扰性能好

收看电视时, 经常有各种干扰信号串入电视机, 主要有重影干扰和各种杂波干扰。

1. 重影干扰

随着城市建设的不断加快, 楼房林立, 广播电视信号在空间传输过程中遇到建筑物的反射而产生反射波。由于反射波比直射波延迟一段时间到达接收机, 因而在电视接收机的屏幕上图像会出现一个(或多个)比图像亮度低一些的右重影。这种现象在城市很普遍, 在农村由于远离电视台, 高层建筑物少, 反射波在时间和幅度上都很小, 一般不会产生明显的影响。

2. 杂波干扰

在周围空间, 有很多的电气设备会产生高频电磁波, 如高频医疗器械、高频加热器、汽车点火装置等, 当这些装置产生的高频信号的频率成分正好落在电视频道上时, 就会对接收频道造成干扰, 在电视机屏幕上出现干扰条纹、抖动、噪声等。

有线电视系统可以有效地降低这些干扰。如选择抗重影效果好的天线能减弱空间反射

波；采用各种频道型器件能够抑制各种空间杂波干扰的影响等等。

三、满足人们生活、娱乐、工作的需要

现在的社会是一个信息时代，人们在物质生活水平不断提高的同时，也希望精神文化生活水平有相应的提高。有线电视系统不但能够为人们提供丰富的节目来源，随着发展，通过有线电视系统可将各种媒体如图形、文字广播、信息查询、收费电视、电视购物、防火防盗……连成一体，极大地满足人们生活、娱乐、工作的需要。

第三节 有线电视系统的组成和分类

一、系统的组成

任何一个有线电视系统，无论多么复杂，均可认为是由前端、干线传输、用户分配网络三个部分组成，如图 1-1 所示。

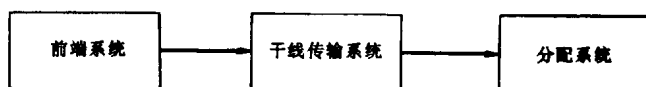


图 1-1 有线电视系统组成框图

系统中各个组成部分依据所处的位置不同，在系统中所起的作用也就不同，在进行系统设计时需要考虑的侧重点也不相同。

（一）前端部分

前端部分由信号源部分和信号处理部分组成。

1. 信号源部分

该部分对系统提供各种各样的信号，以满足用户的需要。由于信号源部分获取信号的途径不同，输出信号的质量必然存在差异，有的电平高，有的电平低，有的干扰大，有的干扰小。而信号源处于系统的最前端，若某一个信号源提供的信号质量不高，则后续部分将很难提高该信号的质量。所以，对于不同规模、功能的系统，必须合理地选择各种信号源，在经济条件许可的情况下，应尽可能选择指标高的器件。信号源部分的主要器件有：电视接收天线、卫星天线、微波天线、摄像机、录像机、字幕机、计算机、导频信号发生器等。

2. 前端信号处理部分

该部分是对信号源提供的各路信号进行必要的处理和控制在，并输出高质量的信号给干线传输部分，主要包括信号的放大、信号频率的配置、信号电平的控制、干扰信号的抑制、信号频谱分量的控制、信号的编码、信号的混合等等。前端信号处理部分是整个系统的核心，在考虑经济条件的前提下，尽可能选择高质量器件，精心设计，精心调试，才能保证整个系统有比较高的质量指标。前端信号处理部分的主要器件有：天线放大器、频道放大器、宽带放大器、频道变换器、信号处理器、解调器、调制器、卫星接收机、制式转换器、微波接收机、混合器等等。

（二）干线传输部分

该部分的任务是把前端输出的高质量信号尽可能保质保量地传送给用户分配系统，若是双向传输系统，还需把上行信号反馈至前端部分。根据系统的规模和功能的大小，干线

部分的指标对整个系统指标的影响不尽相同。对于大型系统，干线长，因此干线部分的质量好坏对整个系统质量指标的影响大，起着举足轻重的作用；对于小型系统，干线很短（某些小系统可认为无干线），则干线部分的质量对整个系统指标的影响就小。不同的系统，必须选择不同类型和指标的器件，干线部分主要的器件有：干线放大器、电缆或光缆、斜率均衡器、电源供给器、电源插入器等等。

（三）用户分配系统

该部分是把干线传输来的信号分配给系统内所有的用户，并保证各个用户的信号质量，对于双向传输还需把上行信号传输给干线传输部分。用户分配系统的主要器件有：线路延长放大器、分配放大器、分支器、分配器、用户终端、机上变换器等，对于双向系统还有调制器、解调器、数据终端等设备。

有线电视系统的基本组成图形如图 1-2 所示。

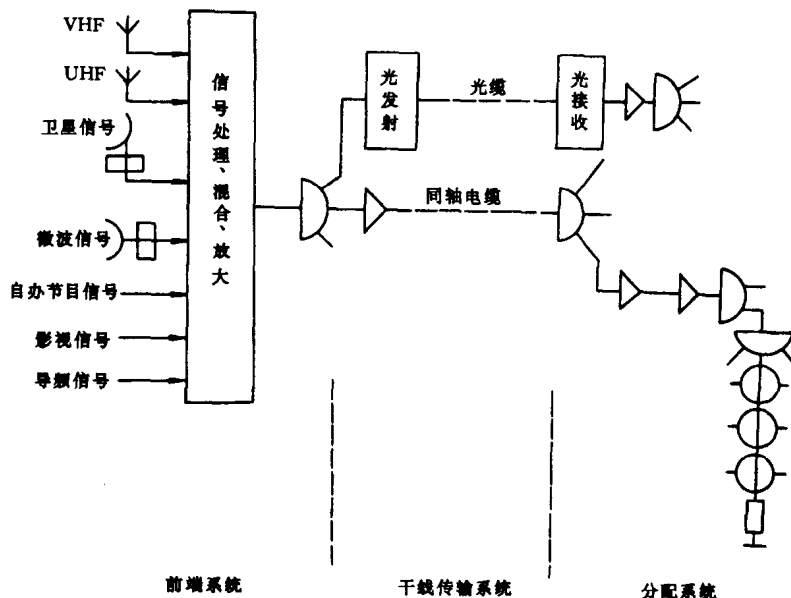


图 1-2 有线电视系统图

二、系统的分类

有线电视系统的分类方法很多，可按系统工作频率分类，也可按系统规模大小、传输方式等分类。

（一）按工作频率分类

1. 全频道系统

该系统工作频率为 48.5~958MHz，理论上可容纳 68 个标准频道（用 DS 表示），其中 VHF 频段有 DS1~DS12 频道，UHF 频段有 DS13~DS68 频道（详见附录 1），但是实际上可传输大约 12 个频道左右的信号，传输距离一般不超过 1km。这是由于：

（1）该系统只能采用间隔频道传输方式。目前的电视接收机对邻频道信号只有 40dB 的邻频抑制，不能满足国家对有线电视系统规定的指标（如互调比要求大于 57dB，交调比要求大于 46dB）。除非在前端采用邻频传输技术，或在每家每户安装机上变换器，用高质量的输入滤波器来抑制带外干扰，而这些处理方法已不属于全频道的范畴。

（2）受全频道器件本身性能指标的限制。由于工作频率宽，目前全频道器件的性能指

标做不高（尤其在 UHF 频段很难提高）。当频道数量增加或传输的干线较长时，将会导致系统的某些失真按指数倍增加。但是这种系统的造价较低，在国内频道来源不很丰富的情况下，适用于小型电缆电视系统。

2. 300MHz 邻频传输系统

该系统工作频率为 48.5~300MHz，由于国家规定的 68 个标准频道的频率是不连续的、跳跃的，因此在系统内部可以充分利用这些不连续部分的频率来设置增补频道（用 Z 表示），300MHz 系统采用邻频传输技术，系统容量最多可传输 28 个频道的信号，其中有 DS1~DS12 频道，Z1~Z16 频道，以及多套调频广播信号（由于 DS5 的工作频率与调频广播的频率部分重叠，DS5 频道一般不采用，也可以认为最多可传输 27 个频道的信号）。因该系统的造价较低，因此，是前阶段国内中小城市电缆电视系统较多采用的系统。但由于利用了增补频道，传统的电视机不能直接接收这些频道，随着频道数量的增加，用户需要增加一台机上变换器才能收看到所有频道的信号。

3. 450MHz 邻频传输系统

该系统工作频率为 48.5~450MHz，采用邻频传输技术，系统容量最多可传输 47 个频道的信号，其中有 DS1~DS12 频道，Z1~Z35 频道。国内一些大城市的电缆电视系统采用这种系统，这主要是从长远考虑，当频道数量超过 28 套时，干线部分可不做大的调整。

4. 550MHz 邻频传输系统

该系统工作频率为 48.5~550MHz，采用邻频传输技术，系统容量最多可传输 59 个频道的信号，其中有 DS1~DS22 频道，Z1~Z37 频道。由于这种系统可传输 22 个标准频道，在目前频道资源不很丰富的情况下，可充分利用这些标准频道，这样用户可暂不购置机上变换器，有利于系统规模的扩展，这种系统是最近几年中普遍采用的系统。

5. 750MHz 邻频传输系统

该系统工作频率为 48.5~750MHz，采用邻频传输技术，系统容量最多可传输 79 个频道的信号，其中有：DS1~DS42 频道，Z1~Z37 频道（注：其中 566~606MHz 未开发）。这种系统是近一二年内在国内光缆传输系统中试点采用的新系统，由于进口 750MHz 光设备的价格低于 550MHz 光设备，今后光缆传输的趋势是信号直接传输至楼房或用户，因此采用 750MHz 光缆系统有较高的性能价格比，而且由于系统容量大，能适应未来信息高速公路的发展。目前深圳、珠海等地正在着手开通这种系统。

（二）按系统规模分类

按系统传输距离及人口数量的多少，可将电缆电视系统分为下列几种类型：

系 统 分 类 表

表 1-1

系统类别	传输距离 (km)	人口数量	适 用 地 点
特大型	大于 20	100 万人口以上	北京、上海、天津、沈阳等大城市
大 型	大于 15	100 万人口左右	杭州、南京等省会城市
中 型	大于 10	50 万人口左右	一般中等城市
中小型	大于 5	20 万人口左右	一般小城市和县城
小 型	1.5 左右	几万人口以下	乡、镇、厂矿企业，居民区等

(三) 按系统传输方式分类

1. 全同轴电缆传输系统

该系统适用于中型及以下的有线电视系统。

2. 全光缆传输系统

该系统从干线传输直到用户终端或楼幢均采用光缆，是今后发展方向之一。

3. MMDS 传输系统

该系统适合居民分散的城市，用于个体接收。

4. 光缆与同轴电缆相结合的传输系统

该系统适用于大中型以上的系统。

5. 微波 (AML) 和同轴电缆混合型系统

该系统适合地形复杂或部分路段不易设电缆的地区。

6. 混合型传输系统

该系统采用光缆、微波、电缆混合方式传输信号，一般大中型以上系统采用。

此外，还可分为单向传输系统和双向传输系统。总之，系统分类方式很多，本书不再赘述。

思考题与习题

1. 什么是有线电视系统？
2. 有线电视系统的发展方向是什么？
3. 有线电视系统的作用与功能是什么？
4. 有线电视系统由哪几部分组成？各部分的作用是什么？
5. 试举出几种有线电视系统的分类方法。
6. 比较 300MHz 系统和 550MHz 系统的优缺点。
7. 什么是标准频道？什么是增补频道？

第二章 电视广播的基本原理

第一节 电视信号的产生

一、摄像过程

(一) 图像的顺序传送

我们用放大镜观察照片、报纸上的画面等，就会发现它们都是由黑白相间的细小点子组成。而任何一幅图像也如照片、报纸上的画面一样，是由细小的点子构成。这些细小的点子是构成一幅图像的基本单元，称为像素。像素越小，单位面积上的像素越多，图像越清晰。

若把构成一幅图像的约 40 多万个像素转换为电信号，同时发射出去，则需要大约 40 多万条信道。从技术角度上看，既不经济，也难实现。

若把一幅图像的各像素的亮度按一定的顺序转变成电信号，并依次传送出去，在接收端，按同样的顺序将各个电信号转换为光信号，显示在屏幕上，这样只需要一个信道就可以实现图像的传送。由于人眼的视觉残留和发光材料的余辉，而电波的传送速度又非常迅速，就会使收视者看到整幅画面，而没有顺序感。这种按顺序传送像素的方法，称为顺序传送。

(二) 扫描

将图像的像素顺序转换为电信号的过程，在摄像技术上称之为扫描。如同阅读书籍，视线从左到右，从上而下，一行行，一页页扫过，而每一个字相当于一个像素。从左至右的扫描称为行扫描；从上而下的扫描称为场扫描。

(三) 光和电的转换过程

图像的摄取或重现是光电转换或电光转换过程。实现光和电转换的关键部件是发送端的摄像管与接收端的显像管。现简要说明光电的转换过程，即摄像过程。摄像管的种类很多，我们以光电导摄像管为例说明。这种摄像管的主要组成是光敏靶和电子枪，如图 2-1 所示。

光敏靶是由光敏半导体材料制成的，这种材料在光作用下其像素的电导率增加。被摄景像通过摄像机的光学系统在光敏靶上成像。由于像的各部分亮度不同，靶上对应点的像素电导率也不同。于是像的不同亮度就转换成了靶的各像素电导率的

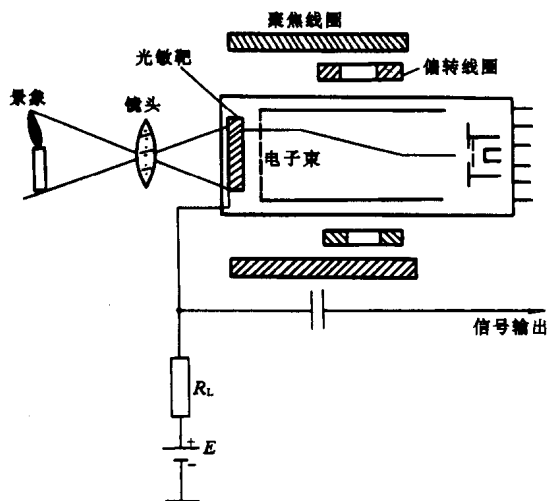


图 2-1 电视摄像原理

不同，“光像”就变成了“电像”。

从摄像管电子枪射出的电子束，高速射向靶面，在偏转线圈磁场作用下，按从左至右，从上到下扫过靶面各点。在电子束作用下，各点的电导大小依次转换成电流的大小流过负载电阻 R_L ，即负载电阻 R_L 电流大小与图像的各点亮度相对应。电流大则亮度大，电流小则亮度小。从而完成了把图像分解为像素，把像素的亮度转变成相应强度电信号的光电转换过程，即摄像过程。

三管式彩色摄像机的组成如图 2-2 所示。

彩色景物由变焦距镜头摄取，通过滤光片后进入分色棱镜，被分解为三个基色光像，并分别投射到相应的摄像管，转换成电图像，在电子束扫描过程中获得电信号，经过预放，通过电缆送到摄像机控制台。对此电信号再进行加工和处理，输出三基色信号 R、G、B（红、绿、蓝）。最后将所得的三基色电信号 R、G、B 送给编码器，以形成彩色电视信号。

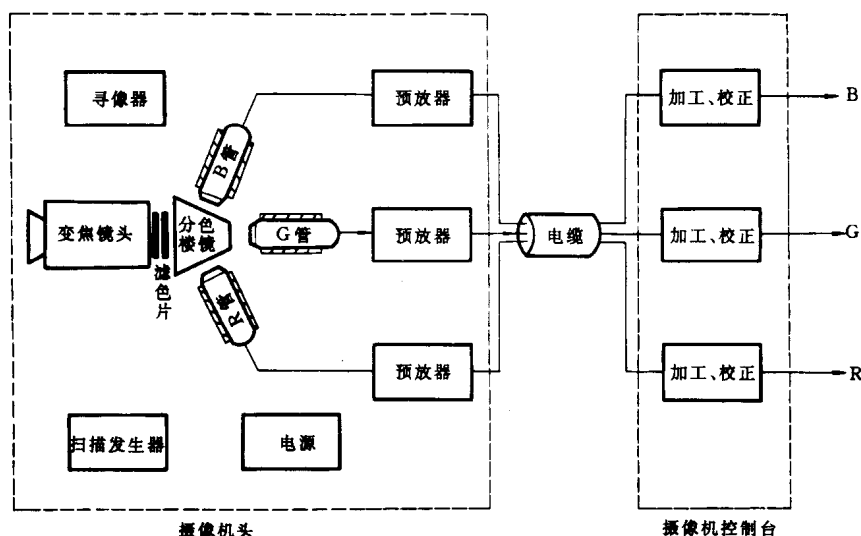


图 2-2 彩色摄像机组成方框图

二、彩色全电视信号

（一）三基色原理及其应用

所谓三基色原理，就是任何一种彩色都可由三种独立的基本色配成。在电视广播中，将红色、绿色和蓝色作为三基色，分别以 R、G、B 表示。

1. 电视广播三基色信号的产生

一个自然景象画面，被摄像机的分光系统分解成三幅基色画面：红基色（R）画面、绿基色（G）画面和蓝基色（B）画面。并分别投射在三只摄像管的靶面上。每种基色画面没有颜色变化（即没有色调变化），只有同一种颜色的深浅变化（即饱和度变化）。通过摄像管的扫描系统，每只摄像管就输出了相应的基色信号电压，其大小正比于基色的深浅。它们在编码器中被编成彩色全电视信号，作为图像信号发送出去。

2. 彩色的重现

在接收端，全电视信号被解码器分解为三个基色的信号，分别去控制显像管中三个电子束的强弱，即束电流。而显像管屏上的每一个像素都是由三基色荧光粉点组成。每个电

电子束在扫描过程中只轰击相应的一种荧光粉，发出一种基色光。电子束的强弱决定了每种基色光的深浅。当三个电子束同时轰击某个像素时，该像素发出哪种彩色，取决于三个电子束的强弱比例。电子束的强弱是与接收到的三基色信号成比例的。这样三基色电信号在屏上还原为原来的彩色。当电子束全屏扫描时，就呈现出彩色画面。明显看出，彩色画面的重现过程就是基于三基色原理。

(二) 彩色光的基本参量

为确切表示某一彩色光，需用到三个基本参量：亮度、色调和饱和度。这三个量在视觉中组成一个统一的总效果，且严格地描述了彩色光。

亮度是光作用于人眼时引起的明亮程度的感觉。彩色光所含的能量大则显得亮，反之则暗。就物体而言，亮度决定其反射光的强度。若照射物体的光能为定值，反射能力越强，物体越明亮，亮度越大，反之亮度小。对同一物体，照射光越强，越明亮，即亮度大，反之亮度小。

色调是指颜色的类别，三基色中的红色、绿色和蓝色，是指色调。若某物体在日光的照射下呈现红色，说明该物体只将红色分量反射出来，并被人眼所感觉，而其余成分被吸收了，则称此物体色调为红色。

色调是决定彩色本质的基本参数，是彩色最重要的属性。一个物体的色调不是永恒的，它与光源的性质有关。

饱和度是指彩色光所呈现彩色的深浅程度。对于同一色调的彩色光，其饱和度越高，则其颜色越深。饱和度低，说明物体呈现较浅的颜色。高饱和度的光，可以应用掺入的光而被淡化，变成低饱和度的光。例如，投射到白纸上的一束高饱和度的绿光，白纸呈现深绿色。若再将一束白光投到该纸上，虽然看起来仍为绿色色调，但已变成了淡绿，即饱和度降低了。投射的白光越多，则颜色越浅，饱和度越低。因此，饱和度反映了某种色光的纯度。饱和度可以用百分数表示，100%饱和度的某色光，代表没有掺入白光的某种纯光。

色度，该概念既指出彩色光的色调，又指出其饱和度。实质上，色度对彩色光作了本质上的描述。

(三) 彩色全电视信号

1. 彩色全电视信号的图像载波

从电视中心向发射台送去的全电视信号是具有同步信号的图像载波信号，见图 2-3。

从图中可以看出对应于白电平调制的载波振幅最小，而对应于同步顶所调制的载波幅最大。这种调制方式称为“负极性调制”。若以同步顶的载波振幅作为 100%，则消隐电平对应的载波振幅为 75%，黑电平对应的载波振幅在 70%~75%，白电平调制的载波振幅在 10%~15%。同步信号的作用是使电视接收机能够与电视摄像机同步工作。不

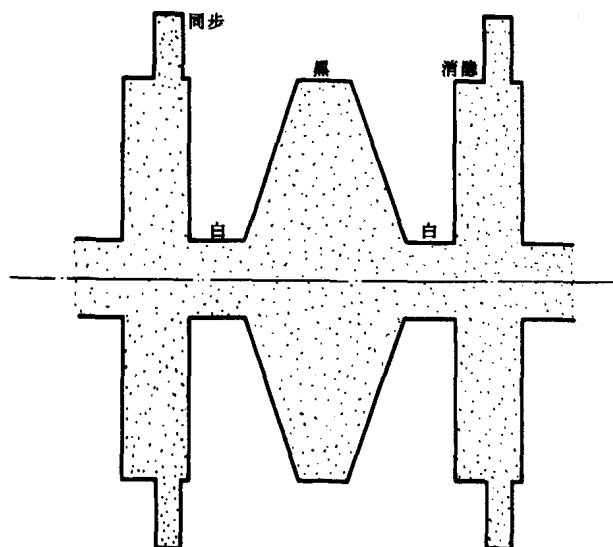


图 2-3 负极性调幅的图像载波