



概 述

广播电视是通过无线电波或通过导线向广大地区播送音响、图像节目的传播媒介,统称为广播。只播送声音的,称为声音广播;播送图像和声音的,称为电视广播。狭义上讲,广播是利用无线电波和导线,只用声音传播内容的。广义上讲,广播包括我们平常认为的单有声音的广播及声音与图像并存的电视。

作为广播电视网络中占主导地位的终端,电视由于声像兼备、视听兼顾,具有双通道视听优势和现场参与感,在人们的生活中占据着日益重要的作用。当前,电视系统中占主导地位的是有线电视。有线电视是利用高频电缆、光缆、微波等传输介质,并在一定的用户中进行分配和交换声音、图像以及数据信号的电视系统。

1.1 电视发展简史

电视机经历了从黑白到彩色,从电子管、晶体管电视迅速发展到集成电路电视,目前,电视正在向智能化、数字化和多用途化迈进,电视转播也由卫星传播发展到卫星直播。

1880年,法国人莱布朗克提出使一个镜面在两个不同轴线上以不同速度振动,形成往返直线扫描,从而对图像进行分解和再现。

1883年,德国人尼普科夫提出了圆盘扫描法。

1897年,德国的布劳恩发明阴极射线管以显示快速变化的电信号。

1904年,英国人贝尔威尔和德国人柯隆发明了一次电传一张照片的电视技术,每传一张照片需要10min。

1923年,俄裔美国科学家兹沃里金申请到光电显像管、电视发射器及电视接收器的专利,他首次采用全面性的“电子电视”发收系统,成为现代电视技术的先驱。电子技术在电视上的应用,使电视开始走出实验室,进入公众生活之中。

1924年,英国和德国科学家几乎同时运用机械扫描方式成功地传出了静止图像。但有线机械电视传播的距离和范围非常有限,图像也相当粗糙。

1925年,英国的贝尔德公开展示了他制造的一台机器,成功地传送了人的面部活动,分辨率为30线,重复频率为5帧/s。从此,电视开始了它神奇的发展历程。



1928年,美国纽约31家广播电台进行了世界上第一次电视广播试验,由于显像管技术尚未完全过关,整个试验只持续了30min,收看的电视机也只有10多个台,此举宣告了作为社会公共事业的电视艺术的问世,是电视发展史上划时代的事件。

1929年美国科学家伊夫斯在纽约和华盛顿之间播送50行的彩色电视图像,发明了彩色电视机。

1933年兹沃里金又研制成功可供电视摄像用的摄像管和显像管。完成了使电视摄像与显像完全电子化的过程,至此,现代电视系统基本成型。今天电视摄影机和电视接收的成像原理与器具,就是根据他的发明改进而来。

1935年,贝尔德与德国公司合作,成立了第一家电视台,每周播放3次节目。1936年,英国播送了当时全世界最清晰的公共电视节目。

1939年,美国播出固定的电视节目。人们的生活从此与电视产生了深刻而复杂的联系。

1938年,德国人弗莱彻西格提出三枪三束彩色显像管设想。1949年,美国首次研制出世界上第一只三枪三束彩色显像管。1957年,美国研制出全玻璃壳彩色显像管,1964年,美国研制出全玻璃壳矩形显像管。1969年,美国研制出黑底显像管使亮度提高了一倍。1968年,日本索尼公司研制成一枪三束彩色显像管。1972年,美国研制成功自动校正会聚误差彩色显像管。至此,彩色电视的发展进入成熟期。

第二次世界大战后美国电视事业发展超过英国:从1949年到1951年,电视机数目从100万台跃升为1000多万台,1960年全美电视台高达780座,电视机近3000万台,约有87%的家庭至少拥有一台电视机。同时期英国只有190万台电视机,法国3万台,加拿大2万台,日本0.4万台。1993年底,美国98%的家庭至少拥有一台电视机,其中99%为彩色电视机。

在此过程中,电视技术经历着从黑白电视到彩色电视、从模拟电视到数字电视、从普通电视到高清晰度电视、3D电视的发展过程,有的国家已开始试播高清晰度电视和立体电视。电视的使用范围早已超越了广播娱乐界,并深深地扩展到文化教育、科研管理、工矿企业、医疗卫生、公安交通、军事宇航等各个重要部门。

模拟电视在图像信号的制作处理、控制调节、记录重放、调制解调、传输转播、接收显示等过程中,图像信号和伴音信号都是在时间轴上和振幅轴上连续变化的模拟信号。模拟电视最明显的缺点是接力传输方式产生噪声,长距离传输的信噪比恶化,使图像清晰度越来越受到损伤;发送传输设备中,放大器的非线性积累使图像对比度产生越来越大的畸变;相位失真的积累产生色彩失真,使“鬼影”现象越来越严重。同时,模拟电视还具有稳定性差、可靠性低、调整繁杂、不便集成、自动控制困难以及成本高昂等缺点。

近十多年来,由于微电子技术、超大规模集成电路技术、数字信号处理技术、计算机技术的突飞猛进,使数字电视的发展已取得了令人鼓舞的成果。特别是数字图像获取、数字存储、位图打印和图形显示的数字设备的出现,带来了许多数字图像方面的应用。技术先进国家的电视演播室设备数字化已完成,数字电视接收机已上市出售,各种数字图像编码压缩设备随多媒体技术的发展已投入使用。国际上也相应地制定了统一的数字电视信号的编码标



准,为数字电视的发展奠定了坚实的基础。

所谓数字电视,是将传统的模拟电视信号经过抽样、量化和编码转换成用二进制数代表的数字式信号,然后进行各种功能的处理、传输、存储和记录,也可以用电子计算机进行处理、监测和控制。采用数字技术不仅使各种电视设备获得比原有模拟式设备更高的技术性能,而且还具有模拟技术不能达到的新功能,使电视技术进入崭新时代。

数字电视技术与原有的模拟电视技术相比,有如下优点。

(1) 信噪比(SNR)和连续处理的次数无关。电视信号经过数字化后是用若干位二进制的两个电平来表示,因而在连续处理过程中或在传输过程中引入噪声后,其噪声幅度只要不超过某一额定电平,通过数字信号再生,都可能把它清除掉,即使某一噪声电平超过额定值,造成误码,也可以利用纠错编、解码技术把它们纠正过来。所以,在数字信号传输过程中,不会降低信噪比。而模拟信号在处理和传输中,每次都可能引入新的噪声,为了保证最终输出有足够的信噪比,就必须对各种处理设备提出较高信噪比的要求。模拟信号要求 $S/N > 40\text{dB}$,而数字信号只要求 $S/N > 20\text{dB}$ 。模拟信号在传输过程中噪声逐步积累,而数字信号在传输过程中,基本上不产生新的噪声,也即信噪比基本不变。

(2) 可避免系统的非线性失真的影响。而在模拟系统中,非线性失真会造成图像的明显损伤。

(3) 数字设备输出信号稳定可靠。因数字信号只有“0”和“1”两个电平,“1”电平的幅度大小只要满足处理电路中可能识别出是“1”电平就可,大一点、小一点无关紧要。

(4) 易于实现信号的存储,而且存储时间与信号的特性无关。近年来,大规模集成电路(半导体存储器)的发展,可以存储多帧的电视信号,从而完成用模拟技术不可能达到的处理功能。例如,帧存储器可用来实现帧同步和制式转换等处理,获得各种新的电视图像特技效果。

(5) 由于采用数字技术,与计算机配合可以实现设备的自动控制和调整。

(6) 数字技术可实现时分多路,充分利用信道容量,利用数字电视信号中行、场消隐时间,可实现文字多工广播(teletext)。

(7) 压缩后的数字电视信号经数字调制后,可进行开路广播,在设计的服务区内(地面广播),观众将以极大的概率实现“无差错接收”(发“0”收“0”,发“1”收“1”),收看到的电视图像及声音质量非常接近演播室质量。

(8) 可以合理地利用各种类型的频谱资源。以地面广播而言,数字电视可以启用模拟电视的“禁用频道”(taboo channel),而且在今后能够采用“单频率网络”(single frequency network)技术,例如一套电视节目仅占用一个数字电视频道而覆盖全国。此外,现有的6MHz模拟电视频道,可用于传输一套数字高清晰度电视节目或者4~6套质量较高的数字常规电视节目,或者16~24套与家用VHS录像机质量相当的数字电视节目。

(9) 在同步转移模式(STM)的通信网络中,可实现多种业务的“动态组合”(dynamic combination)。例如,在数字高清晰度电视节目中,经常会出现图像细节较少的时刻。这时由于压缩后的图像数据量较少,便可插入其他业务(如电视节目指南、传真、电子游戏软件等),而不必插入大量没有意义的“填充比特”。

(10) 很容易实现加密/解密和加扰/解扰技术,便于专业应用(包括军用)以及广播应用



(特别是开展各类收费业务)。

(11) 具有可扩展性、可分级性和互操作性,便于在各类通信信道特别是异步转移模式(ATM)的网络中传输,也便于与计算机网络联通。

(12) 可以与计算机“融合”而构成一类多媒体计算机系统,成为未来“国家信息基础设施”(NII)的重要组成部分。数字电视不进行数据压缩时,数码率太高。例如,亮度信号抽样频率一般选为 13.5MHz(3 倍彩色副载波频率),每样品值经 8b 量化后,码率为 $13.5 \times 8 = 108\text{Mb/s}$ 。两个色差信号 R-Y、B-Y 抽样频率,分别为 6.75MHz(3/2 倍彩色副载波频率),每样品值经 8b 量化后为 54Mb/s。所以在不采用任何压缩措施时,总的数码率为 $108 + 54 + 54 = 216\text{Mb/s}$ 。这相当于 3000 多路数字电话话路。从理论上讲,PCM 二进制传输信道每 1Hz 带宽能传输的最高码率是 2b/s。因此,这相当于要求信道提供 108MHz 的带宽,是现有视频信号带宽的 10 倍以上。所以,未压缩的数字电视信号的数码率太高,频带太宽,从通信系统的观点来看,PCM 传输方式是以带宽为代价换取高的传输质量。为了提高图像通信的有效性,一般不采用直接 PCM 方式传输,而是对数字化后的信源信号先进行数据压缩,然后再传输。现在已提出、并正在探索各种数据压缩措施,数码率有望大大降低。例如,美国所提出的全数字高清晰度电视方案,数据压缩后的信号带宽,可做到与普通 NTSC 彩色电视信号的带宽相同(6MHz),但图像质量实现了飞跃。按目前的国际水平,已实现的把一路普通彩色数字电视 216Mb/s 的数码率压缩到 8.448Mb/s,它是未压缩前数据量的 3.7%,相当于模拟信号带宽为 4MHz,但与模拟彩色电视相比,其主观图像质量没有任何降低。另外,彩色数字会议电视系统,其数码率的国际标准为 2.048Mb/s,数据量仅为未压缩前的 1%,图像质量也可以达到满意的程度。可见,数据压缩的前景可观。数字调制技术更是方兴未艾。而且,8.448Mb/s 的数字电视信号,经数字调制以后的模拟带宽可降到 1.2MHz,则在 6MHz 带宽中,可传 5 路 8.448Mb/s 经调制以后的数字电视信号。

按图像清晰度的高低或传输视频比特率的大小,数字电视可粗略划分为 3 个等级:普及型数字电视(PDTV)或称低清晰度数字电视(LDTV)、标准清晰度数字电视(SDTV)、高清晰度数字电视(HDTV)。

PDTV 属于标准清晰度电视(SDTV)的“低等级”,采用 MPEG-1 视频编码标准的格式,或者相当的 MPEG-2 视频编码标准中的“主要档次/低等级(MP@LL)”。VCD 产品就属于普及型(家用级)低清晰度数字电视,只相当于或稍低于目前的模拟电视,水平清晰度在 300 线上下。

所谓标清,是物理分辨率在 720p 以下的一种视频格式。720p 是指视频的垂直分辨率为 720 线逐行扫描。具体的说,是指分辨率在 400 线左右的 VCD、DVD、电视节目等“标清”视频格式,即标准清晰度。而物理分辨率达到 720p 以上则称为高清(high definition, HD)。关于高清的标准,国际上公认的有两条:视频垂直分辨率超过 720p 或 1080i;视频宽纵比为 16:9。

对于“高清”和“标清”的划分首先来自于所能看到的视频效果。从视觉效果来看, HDTV 的规格最高,其图像质量可达到或接近 35mm 宽银幕电影的水平,它要求视频内容和显示设备水平分辨率达到 1000 线以上,分辨率最高可达 1920×1080 。从画质来看,由于



高清的分辨率基本上相当于传统模拟电视的4倍,画面清晰度、色彩还原度都要远胜过传统电视。而16:9的宽屏显示也带来更宽广的视觉享受。从音频效果看,高清电视节目支持杜比5.1声道环绕声,而高清影片节目支持杜比5.1 True HD规格,给人们带来超震撼的听觉享受。

1958年,中国第一台黑白电视机在天津诞生,同年,开始试播。当时,全国只有50多台黑白电视机。1971年,全国已建有电视台32座。21世纪初,中国大陆的电视覆盖率达94%。

1958年的5月1日,中央电视台实验播出,当时叫北京电视台。

我国的电视发展可以分为以下几个阶段。

1. 传统电视时代

在这一阶段,中国电视业几乎是没有竞争的,这个阶段大致可以分为两个时期。

1) 1958年—1983年

这一阶段在现在的中国电视史上几乎很少会浓墨重彩的进行叙述,这个时期电视还不是我们现在所理解的大众媒介,还只是达官贵人家的奢侈品。

2) 1983年—20世纪90年代初期

1983年3月在北京召开的第十一次全国广播电视工作会议,可以说对之后十多年的电视业发展具有深远的影响,因为这次会议制定了中央、省、地(市)和县(市)“四级办电视、四级混合覆盖”的方针,一改以往“两级办电视”的发展格局,使中国电视业出现了突飞猛进的发展。自此,各省、市和自治区除了分别拥有一个电台、一个无线电视台和一个有线电视台外,还有一个教育台或经济台(其中上海在20世纪90年代初更成为唯一一个拥有两个电台和两个无线台的直辖市),还有属下各地区(市)和县(市)级政府也自办电视台。本来最初的“四级办电视”目的是调动各级政府的积极性,通过建立地方电视台的方法来提高电视人口的覆盖率,事实上也达到了这个效果,如全国电视人口覆盖率就从1982年的57.3%上升到1997年的87.6%。截至2000年底,电视的覆盖率为92.5%。然而,积极性调动得过了火,则出现另一种情景:电视台过多。截至1994年底,经有关部门正式批准建立县级以上的无线电视台达982个,有线台更多至1212个,教育台941个,总数达3125个,较美、俄、日、法、德、英、印度、加拿大、澳大利亚、巴西和巴基斯坦11个电视产业大国的总和(2606个)还多了519个。而到了1997年年底,仅有线电视台数目就逾2000个。

2. IPTV时代

从2003年开始,我国的IPTV(网络电视)产业开始起步,产业链上各层面的设备提供商都在积极备战,与此同时,我国两大基础电信运营商中国电信和中国网通也开始进入IPTV的运营领域。

2004年是电信运营商与设备厂商探讨和准备期。

2005年,自上海文广拿到广电总局颁发的“信息网络传播视听节目许可证”之后,中国电信和中国网通分别与上海文广进行合作,开始在一些城市进行试验,推广IPTV业务。

2005年5月,上海文广与中国网通合作以哈尔滨为试点,进行IPTV业务的商用试验。



中国电信也经过了多次测试,在上海开通了 IPTV 的商用试验。截至 2005 年 9 月底,中国电信与上海文广的 IPTV 试点范围已经由原先 17 个城市扩大到了 23 个城市,而中国网通与上海文广合作的试点城市也扩至 20 个左右。电信设备商也在积极备战 IPTV,在 2005 年 10 月的通信展中,国内多数设备制造企业均推出了 IPTV 的解决方案,以高姿态亮相通信展。与此同时,相关科研机构也开始了 IPTV 标准规范的研究和制订。

3. NGB 时代

2010 年 7 月 8 日,广电总局科技司向各有关单位发出《广电总局科技司关于成立中国下一代广播电视网(NGB)工作组的通知》,决定成立中国下一代广播电视网工作组,执行 NGB 相关推进实施工作。2011 年 4 月 22 日,中国下一代广播电视网工作组在北京召开专题组成立大会暨第一次工作会议。会议讨论了 NGB 工作组章程及实施细则、知识产权政策等规范性文件,研讨了《全国有线电视网络互联互通平台总体技术方案》,部署了下一步工作。

中国下一代广播电视网是有线无线相结合、支持“三网融合”业务的、全程全网的广播电视网,骨干网速率达到 1000Gb/s,接入网用户端速率达到 100Mb/s,比现有用户上网速度快 100 倍,可以为广大人民群众提供高清晰度电视、数字音频节目、高速数据接入和话音等“三网融合”业务,为科技、教育、文化、卫生、商务等行业搭建综合信息服务平台,使信息服务如同水、电、气、暖等基础消费一样遍及千家万户。

中国下一代广播电视网由科技部和广电总局联合组织开发建设,以有线电视网数字化整体转换和移动多媒体广播电视(CMMB)的成果为基础,以自主创新的“高性能宽带信息网”核心技术为支撑,构建的适合我国国情的、“三网融合”的、有线无线相结合的、全程全网的下一代广播电视网络。NGB 计划用三年左右的时间建设覆盖全国主要城市的示范网,用十年左右时间建造成熟,成为以“三网融合”为基本特征的新一代国家信息基础设施。

1.2 有线电视系统发展概况

自 20 世纪 40 年代电视机商品化以来,接收高质量的电视节目,一直既是用户的需要也是许多技术人员和厂商的努力方向。而这就需要包括电视节目制作、电视信号传输和电视节目播出这 3 个环节通力协作。当前电视信号传输环节主要采用有线电视方式。有线电视系统是指将一组高质量的音、视频信号源设备输出的多套电视信号,经过一定的处理,利用同轴电缆、光缆或微波传给千家万户的公共电视传送系统。

有线电视技术的产生和发展经历了共用天线系统、电缆电视系统和混合电视系统 3 个阶段。

1. 共用天线系统

共用天线系统(community antenna TV,CATV),也称公用天线系统(master antenna TV,MATV),主要是为了解决电视台发射信号的盲区和重影问题,用一套主接收天线接收



电视信号,经与电力线共杆的同轴电缆进行信号传输并分配入户。这种形态起源于1948年美国宾夕法尼亚州的曼哈尼山城。随着城市建设的逐步发展,高层建筑物越来越多,对电视信号形成遮挡,加之各类电波的干扰,共用天线系统已经逐渐退出历史舞台。

2. 有线电视系统

有线电视系统(cable TV,CATV)是为了解决共用天线系统中电视信号的遮挡和干扰问题,以及有效提高电视节目传送质量并能增加节目容量的目标而设计的。有线电视系统在20世纪60—70年代起开始大力发展。有线电视系统在有线电视台、站配备前端设备,并用同轴电缆做干线传输,以闭路的方式组建电视网,其规模小到几十户,大到上万户。有线电视系统的优点是采用了邻频传输技术,提高了频带利用率,增加了频道容量;同时采用了电平控制技术,提高了信号传输质量。有线电视系统的缺点是受到同轴电缆干线传输距离有限的约束。

3. 混合电视系统

由于有线电视系统存在的缺陷,自20世纪80年代起,电视系统逐渐采用多路微波分配系统、光纤传输代替同轴电缆进行干线和超干线传输,使得有线电视的网络结构更为合理,规模更加扩大,使大范围布网成为可能。有线电视由单向传输模拟电视节目发展为双向传输多功能综合业务以及电信网、有线电视网和计算机数据网的“三网合一”已成为信息社会的必然趋势。

这一阶段中采用了多种组网方式,包括以下几项。

(1) 光缆电缆混合网(hybrid fiber cable,HFC)。HFC使用光缆作为有线电视网干线,使用同轴电缆作为有线电视网的接入。HFC网不仅可以传送有线电视信号,而且可以实现图像、声音、数据等多种信息的双向传输,具有信息量大、质量好等优点,是国内外采用最多的有线电视组网方式之一。目前,我国很多城市和地区已建立了以HFC网为基础的有线电视网。

(2) 多路微波分配系统(multichannel microwave distribution system,MMDS)。使用无线传输代替同轴电缆干线传输,使传输距离得以延长。多路微波分配系统易于实现大范围联网,在人口稀疏、离节目源较远的地区有明显的优势,国外某些地区应用较广。但其缺点也很明显,传送节目套数受局限,无法避免遮挡和干扰问题。

(3) 双向交互式有线电视网(two way interactive CATV network,双向ITV网)。利用CATV系统部分闲置的频谱资源,建立从前端到用户和从用户到前端的双向传输信道,进而提高各种交互式服务。由于双向ITV网能形成一个开放的网络平台,兼容性较好,能为实现计算机通信、交互式视音频传输等提供条件。

当前我国的有线电视事业正朝着数字化、网络化、产业化的方向发展,数字化是基础和前提,网络化是互联互通、实现规模效益的桥梁和纽带,产业化是在体制机制方面提供的保证。有线电视网正从模拟窄带网发展为宽带数字网,由单向广播向双向交互式传输方式转变,如图1-1所示。网络业务正由基本业务向扩展业务与增值业务拓展,将逐步建立由节目平台、传输平台、服务平台、监管平台构成的有线数字电视新体系。

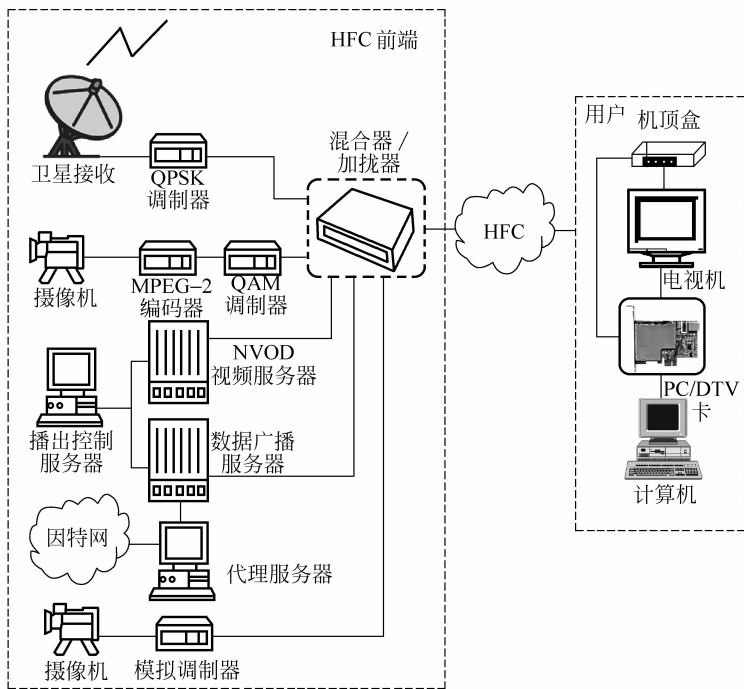


图 1-1 有线电视双向网络组成框图

1.3 有线电视的特点与频道划分

1.3.1 有线电视系统的特点

1. 收视节目多,图像质量好

在有线电视系统中不仅可以收视包括 VHF 和 UHF 在内的当地电视台、卫星上发送的我国以及国外 C 波段及 Ku 波段发送的电视节目,而且可以收视当地有线电视台(或企业有线电视台)发送的闭路电视。闭路电视可以播放优秀的影视片,也可以是自制的电视节目。有线电视采用高质量信号源,保证信号的高水平,因为用电缆或光缆传送,避免了开路发射的重影和空间噪声干扰等问题。当采用先进的邻频前端及数字压缩等新技术后,频道数目还可大为增加。

2. 功能多,附加增值潜力大

有线电视系统可以发展双向传送功能,利用多媒体技术把图像、语言、数字、计算机技术综合成一个整体进行信息交流,以便能提供以下增值服务。

(1) 保安、家庭购物、电子付款、医疗。

(2) 付费电视节目可放送最新电影等,可以按月付费租用一个频道,也可以按租用次数付费,用户还能点播所需节目。付费用户装有解密器,未付费用户则无法收看。

(3) 用户可与计算中心联网,进行数据信号,实现计算机通信。



- (4) 交换电视节目。
- (5) 系统工作状态监视、故障诊断及报警。
- (6) 自动收费、自动加解扰功能等。

3. 规模大,相对成本低

有线电视系统用户数量多、节目套数多、覆盖范围大,可以将几十套高质量的电视信号传送给千家万户。系统既可以接收当地的开路电视信号(U段和V段信号),也可以接收卫星电视节目,还可以传送多套自办节目;利用有线电视系统的多种传输方式(电缆、光缆、微波),可以远距离地、高质量地传输电视信号,覆盖范围大,用户多,采用邻频前端技术,可使频道数目大为增加,其相对成本较低。

4. 组网灵活,可逐步发展

有线电视系统可以分区、分阶段逐步进行建设。组网非常灵活,既可以电缆传输,也可以光缆传输,还可以混合传输(HFC),在建网时只需要预留出相应的接口即可,可以边建网边受益。

5. 节省费用,美化城市

如果每一个电视用户都装一副或几副室外天线,不但总的费用很高,而且天线众多,馈线到处乱拉影响市容美观,不利于现代城市的发展。采用有线电视系统可以打破地域界限,做到统一规划,合理布线,只在前端架设一组天线,电缆采用地埋或管道布线,节省了费用,美化了城市环境。

6. 频率资源充分利用,设备非常成熟

有线电视系统由于是采用闭路传输,同轴电缆上传输的信号不会辐射到空间形成干扰,因此,不仅可以采用邻频传输,而且还可以利用无线传输的其他频段,从而使频率资源得到充分利用。

另外,经过长期的发展和实践检验,有线电视系统中的各种相关设备,其标准性越来越高,设备非常成熟,提供的电视信号质量非常好。

1.3.2 我国有线电视系统的频道划分

早期的有线电视系统通常采用“低分割”方案来确保下行的频率资源得到充分利用,即5~30MHz为上行业务,30~48.5MHz为过渡带,48.5MHz以上全部用于下行传输。随着有线电视多功能业务的逐步开展,“低分割”方案的上行带宽已经不能满足业务需要。另外,上行信道在频率低端有严重的噪声干扰,也限制了该频段的利用。1999年国家广播电视总局为了适应广播电视发展的需要,重新颁发了《有线电视广播系统技术规范》(GY/T 106—1999)。该标准考虑了有线电视未来的发展,对未来有线电视频率配置作了新的规划,特别是对上行信号及数据传输给予了一定的考虑。有线电视广播系统的波段划分如表1-1所示。A波段中110~150MHz为下行数据预留段;FM段主要用于调频及数字广播,按不小于1100kHz的载频间隔配置频率点;而原来标准中的DS-1~DS-5不再作为电视



频道使用。数字电视、数据业务根据实际需要,也可在模拟频道内安排。标准还规定系统宜采用邻频传输方式配置频道,使系统的容量更大,但对系统设备的要求也更高。电视频道的划分如表 1-2 所示。

表 1-1 波段划分

波段	频率范围/MHz	业务内容
R	5~65	上行业务
X	65~87	过渡带
FM	87~108	广播业务
A	110~1000	模拟电视、数字电视、数据业务

表 1-2 中国有线电视频道划分表

MHz

波段	频道	图像载频	伴音载频	中心频率	频带
I	DS-1	49.75	56.25	52.5	48.5~56.5
	DS-2	57.75	64.25	60.5	56.5~64.5
	DS-3	65.75	72.25	68.5	64.5~72.5
	DS-4	77.25	84.75	80.0	76.0~84.0
	(DS-5)	85.25	91.75	88.0	84.0~92.0
FM					87~108
NM					108~111
A-1	Z-1	112.25	118.75	115	111.0~119.0
	Z-2	120.25	126.75	123	119.0~127.0
	Z-3	128.25	134.75	131	127.0~135.0
	Z-4	136.25	142.75	139	135.0~144.0
	Z-5	144.25	150.75	147	144.0~151.0
	Z-6	152.25	158.75	155	151.0~159.0
	Z-7	160.25	166.75	163	159.0~167.0
Ⅲ	DS-6	168.25	174.75	171	167.0~175.0
	DS-7	176.25	182.75	179	175.0~184.0
	DS-8	184.25	190.75	187	184.0~191.0
	DS-9	192.25	198.75	195	191.0~199.0
	DS-10	200.25	206.75	203	199.0~207.0
	DS-11	208.25	214.75	211	207.0~215.0
	DS-12	216.25	222.75	219	215.0~224.0
A-2	Z-8	224.25	230.75	227	224.0~231.0
	Z-9	232.25	236.75	235	231.0~239.0
	Z-10	240.25	246.75	243	239.0~247.0
	Z-11	248.25	254.75	251	247.0~255.0
	Z-12	256.25	262.75	259	255.0~264.0

续表					
波段	频道	图像载频	伴音载频	中心频率	频带
B-1	Z-13	264.25	270.75	267	264.0~271.0
	Z-14	272.25	278.75	275	271.0~279.0
	Z-15	280.25	286.75	283	279.0~287.0
	Z-16	288.25	294.75	291	287.0~295.0
	Z-17	296.25	301.75	299	295.0~304.0
	Z-18	304.25	310.75	307	304.0~311.0
	Z-19	312.25	318.75	315	311.0~319.0
	Z-20	320.25	326.75	323	319.0~327.0
	Z-21	328.25	334.75	331	327.0~335.0
	Z-22	336.25	342.75	339	335.0~344.0
	Z-23	344.25	350.75	347	344.0~351.0
	Z-24	352.25	358.75	355	351.0~359.0
	Z-25	360.25	366.75	363	359.0~367.0
	Z-26	368.25	374.75	371	367.0~375.0
	Z-27	376.25	382.75	379	375.0~384.0
	Z-28	384.25	390.75	387	384.0~391.0
	Z-29	392.25	398.75	395	391.0~399.0
	Z-30	400.25	406.75	403	399.0~407.0
	Z-31	408.25	414.75	411	407.0~415.0
	Z-32	416.25	422.75	419	415.0~424.0
	Z-33	424.25	430.75	427	424.0~431.0
	Z-34	432.25	438.75	435	431.0~439.0
	Z-35	440.25	446.75	443	439.0~447.0
	Z-36	448.25	454.75	451	447.0~455.0
	Z-37	456.25	462.75	459	455.0~464.0
IV	DS-13	471.25	477.75	474	470.0~478.0
	DS-14	479.25	485.75	482	478.0~486.0
	DS-15	487.25	494.75	490	486.0~494.0
	DS-16	495.25	501.75	498	494.0~502.0
	DS-17	504.25	509.75	506	502.0~510.0
	DS-18	511.25	517.75	514	510.0~518.0
	DS-19	519.25	225.75	522	518.0~526.0
	DS-20	527.25	534.75	530	526.0~534.0
	DS-21	535.25	541.75	538	534.0~542.0
	DS-22	544.25	549.75	546	542.0~550.0
	DS-23	551.25	557.75	554	550.0~558.0
	DS-24	559.25	565.75	562	558.0~566.0



续表

波段	频道	图像载频	伴音载频	中心频率	频带
B-2	Z-38	567.25	574.75	570	566.0~574.0
	Z-39	575.25	581.75	578	574.0~582.0
	Z-40	584.25	589.75	586	582.0~590.0
	Z-41	591.25	597.75	594	590.0~598.0
	Z-42	599.25	605.75	602	598.0~606.0
V	DS-25	607.25	614.75	610	606.0~614.0
	DS-26	615.25	621.75	618	614.0~622.0
	DS-27	624.25	629.75	626	622.0~630.0
	DS-28	631.25	637.75	634	630.0~638.0
	DS-29	639.25	645.75	642	638.0~646.0
	DS-30	647.25	654.75	650	646.0~654.0
	DS-31	655.25	661.75	658	654.0~662.0
	DS-32	664.25	669.75	666	662.0~670.0
	DS-33	671.25	677.75	674	670.0~678.0
	DS-34	679.25	685.75	682	678.0~686.0
	DS-35	687.25	694.75	690	686.0~694.0
	DS-36	695.25	701.75	698	694.0~702.0
	DS-37	704.25	709.75	706	702.0~710.0
	DS-38	711.25	717.75	714	710.0~718.0
	DS-39	719.25	725.75	722	718.0~726.0
	DS-40	727.25	734.75	730	726.0~734.0
	DS-41	735.25	741.75	738	734.0~742.0
	DS-42	744.25	749.75	746	742.0~750.0
	DS-43	751.25	757.75	754	750.0~758.0
	DS-44	759.25	765.75	762	758.0~766.0
	DS-45	767.25	774.75	770	766.0~774.0
	DS-46	775.25	781.75	778	774.0~782.0
	DS-47	784.25	789.75	786	782.0~790.0
	DS-48	791.25	797.75	794	790.0~798.0
	DS-49	799.25	805.75	802	798.0~806.0
	DS-50	807.25	814.75	810	806.0~814.0
	DS-51	815.25	821.75	818	814.0~822.0
	DS-52	824.25	829.75	826	822.0~830.0
	DS-53	831.25	837.75	834	830.0~838.0
	DS-54	839.25	845.75	842	838.0~846.0
	DS-55	847.25	854.75	850	846.0~854.0
	DS-56	855.25	861.75	858	854.0~862.0
	DS-57	864.25	869.75	866	862.0~870.0
	DS-58	871.25	877.75	874	870.0~878.0
	DS-59	879.25	885.75	882	878.0~886.0
	DS-60	887.25	894.75	890	886.0~894.0
	DS-61	895.25	901.75	898	894.0~902.0

续表

波段	频道	图像载频	伴音载频	中心频率	频带
V	DS-62	904.25	909.75	906	902.0~910.0
	DS-63	911.25	917.75	914	910.0~918.0
	DS-64	919.25	925.75	922	918.0~926.0
	DS-65	927.25	934.75	930	926.0~934.0
	DS-66	935.25	941.75	938	934.0~942.0
	DS-67	944.25	949.75	946	942.0~950.0
	DS-68	951.25	957.75	954	950.0~958.0

1.4 有线电视系统的组成和分类

1.4.1 有线电视系统的组成

典型的有线电视系统主要如图 1-2 所示,由信号源、前端设备、干线传输系统、用户分配网络 4 个部分组成。

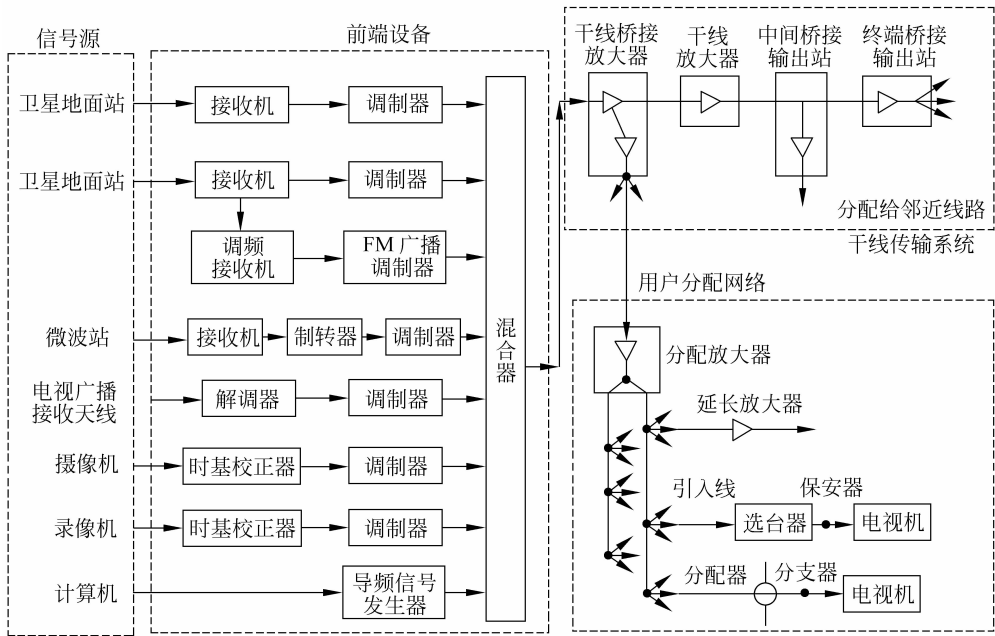


图 1-2 有线电视网络组成框图

1. 信号源

有线电视节目来源包括：①卫星地面站接收的模拟和数字电视信号,包括卫星电视信号,V 段和 U 段电视信号；②本地微波站发射的电视信号；③本地电视台发射的电视信号；④有线电视系统自办的电视节目；⑤来自网络的电视节目等。

为了接收无线电视台地面发射的广播电视节目,有线电视台需要安装以下接收天线：



①单一频道天线,用于接收 VHF 频段电视节目,相应天线放大器是单频道式的,以便有效地避免其他频道信号的干扰;②频段天线,用于接收 UHF 频道节目,由一副天线接收频率相差不大的几个频道的电视节目。有时可以在天线下面加装放大器,以实现高增益、高信噪比接收空中场强较弱频道。

为了接收卫星转发的广播电视信号,有线电视台需安装口径为抛物面卫星接收天线及相应的馈源、高频头和卫星接收机等。一般来说,接收每一颗卫星的电视节目,需要一副抛物面天线和一个馈源,以及若干台卫星接收机。根据卫星转发的电视信号是否模拟还是数字,分别配备模拟和数字卫星接收机。

为了接收从其他有线电视台通过微波或光缆送来的电视节目,需加装微波接收天线、微波接收机及光信号接收机。

为了播出自办节目,还应有必要的播控设备,以及摄像机、录像机、广告编辑器、切换台、系统管理计算机等。

2. 前端系统

前端系统是指在有线电视系统中用于处理通过天线收到的和自办的电视信号并使之适合信道传输的一系列设备。前端系统位于信号源和干线传输系统之间,对信号源送来的多套电视信号进行处理,然后将其混合成一路信号送到干线传输系统。主要前端设备有接收机、调制器、频道放大器及变换器、导频信号发生器、混合器、解调器、制转器和时基校正器。由于信号源和前端设备通常在一起,一般把它们合称为前端系统。

大型的有线电视系统往往有本地前端、远地前端及中心前端等多个前端系统。其中本地前端直接与本地用户分配网相连;远地前端接收经过长距离地面传输或卫星线路发送到本地的电视信号;中心前端设置于服务中心,接收来自开路无线电视信号、卫星电视信号及其他可能信号源的电视信号。

3. 干线传输系统

干线传输系统由各种类型的干线放大器、干线电缆、干线光缆、光发射机、光接收机、多路微波分配系统和调频微波中继等设备和器材组成。干线传输系统用于把前端输出的高频电视信号高质量地传输给用户分配网络。干线系统的传输方式主要有同轴电缆传输、光纤传输和微波传输以及它们的混合传输。

4. 用户分配网络

用户分配网络括用户分配放大器、分配器、分支器、用户终端盒等设备和器件,它把来自传输干线的信号分配给千家万户。其中分配放大器用于补偿支线的信号损失;放大信号功率用以支持更多的用户;分配器和分支器用于把信号分配给各条支路和各个用户的无源器件,要求其有较好的隔离和适当的输出电平。用户分配网一般采用同轴电缆,有时也采用以太网、光纤等。

在整个有线电视系统中有两个重要问题。

(1) 系统供电。系统前端供电比较简单,但干线传输系统及用户分配网络的供电应根据当地的电源环境采用集中供电或分散供电方式两种。



(2) 系统防雷。有线电视系统中为了改善接收信号条件,使接收天线向前端提供高质量的电视信号,通常将天线架设在高处,这样天线就很容易受到雷击。为此,在接收天线的区域内应安装避雷针,并且在每副天线的输出端还应安装保安器。另外,电视系统中架设的电缆也容易受到雷击,因此有线电视系统传输干线较长时,可每隔适当距离(200~300m)将电缆外导体接地。

1.4.2 有线电视系统的分类

有线电视系统分类方法很多,常见的有以下几种。

1. 按频道利用方式分类

(1) 隔频传输系统。电视接收机接收开路电视信号时对相邻频道的抑制能力较差,为了防止相互干扰,各级电视台必须按照全国统一规划实行隔频传输。通常,在 V 段每隔一个频道安排一套节目,在 U 段每隔两个频道以上安排一套节目。

(2) 邻频传输系统。为了将充分利用标准广播电视频道中相邻频段间的频率资源,在相邻频段间增加了增补频道,如 5 频道和 6 频道之间,增加了增补 1~7 频道;在 12 频道和 13 频道之间,增加了增补 8~37 频道;在 24 频道和 25 频道之间,增加了增补 38~42 频道。这种系统频道利用率较高,同时对前端设备和电视接收机的要求也较高。

图 1-3 为邻频传输有线电视系统组成框图。

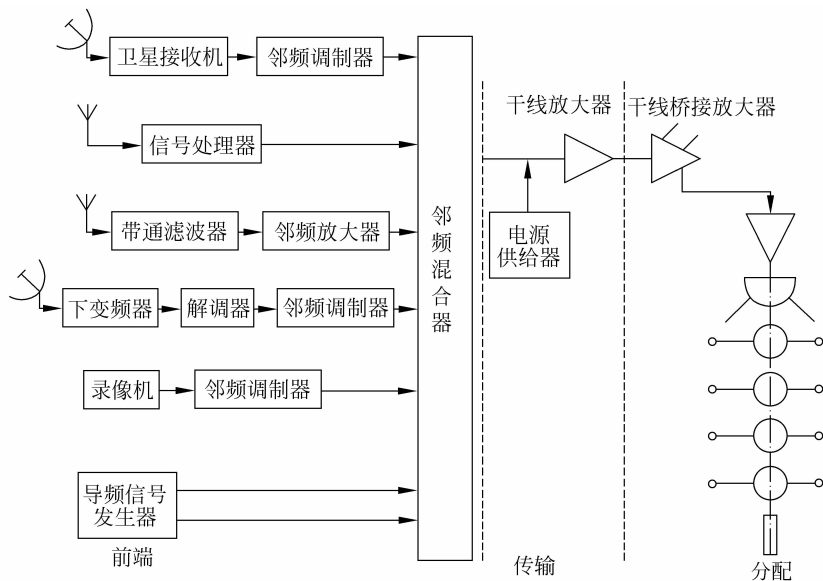


图 1-3 邻频传输有线电视系统组成框图

2. 按频道范围分类

- (1) VHF 频段共用天线电视系统。仅限于 VHF 频段 1~12 频道相间隔传输。
- (2) 全频道共用天线电视系统。仅限于 VHF、UHF 频段内的电视信号传输。
- (3) 300MHz 内邻频传输系统,仅限于 VHF 频段内 1~12 频道邻频传输。



(4) 300MHz 内增补频道间置传输系统。增补 A、B 两个波段,860MHz 邻频传输。

3. 按信号传输媒介分类

(1) 同轴电缆传输方式。这是一种最简单、使用最早的传输方式,且设备成本低,安全可靠,安装方便。但由于同轴电缆对信号电平损失较大,所以每隔几百米就要安装一个干线放大器来提高信号电平,由此引入了较多的噪声和非线性失真,使信号质量下降,导致其传输距离受到限制。另外,由于电缆的传输在高频道上的损耗值要高于在低频道的损耗值,因而要求干线放大器应具有频率均衡能力。为了补偿温度变化对干线放大器技术指标的影响,在干线传输线路上还应分段使用带自动温度补偿(ATC)和自动电平控制(ALC)的干线放大器。同轴电缆传输方式一般只在小系统或大系统中靠近用户分配系统的最后几千米中使用。

(2) 微波传输方式。把电视信号调制到微波频段,定向或全向向服务区发射无线信号,在接收端再把它解调还原成电视信号,送入用户分配系统。该方式不需要架设电缆、光缆,只需要安装微波发射机、微波接收机及收发天线,施工简单,成本低,收效快,且不受地形、地域限制,特别适合于山区、丘陵地区传输电视信号。但由于微波信道带宽有限,所能容纳的频道数有限,并且易受建筑物的阻挡和反射,产生阴影区和重影区,同时还易受到雨、雪、雾等气候条件的影响。

(3) 光缆传输方式。通过光发射机把高频电视信号转换为光信号,使其沿着光导纤维传输,接收端再通过光接收机把光信号变换成射频电视信号。这种方式具有频带宽、容量大、损耗低、抗干扰能力强、失真小、噪声低、性能稳定可靠等优点,是未来信息传输的主要方式。

(4) 光缆/电缆混合传输方式(HFC)。用光缆作为主干线或支干线,用电缆作分配网络。HFC 网络是当前大型有线电视系统的主要传输方式,其传输的信号质量较高、成本相对较低,尤其适合于在大、中型有线电视网络中应用,也是今后相当一段时期内有线电视网络发展的主流。

4. 按传输网络结构分类

(1) 树形结构方式。有线电视系统按照树形结构布线。这种方式连接用户方便,经济性好。

(2) 星形结构方式。有线电视系统按照星形结构布线,由中心向四方传输。这种方式有利于计算机控制。星形结构一般采用光纤传输,而且双向传输,因此提供了更大的灵活性。

(3) 树-星混合结构方式。有线电视系统按照树-星混合结构布线。这种方式既考虑了目前正在建设的电缆电视系统的需要,同时也为今后更新改建为光缆传输、双向传输、数据传输提供方便,今后若需改建,只要更换某一段干线就可以了。

5. 按系统交互特性分类

(1) 单向传输系统。在有线电视系统中,由前端向用户终端传送的信号称为下行信号或正向传输信号;从用户向前端传送的信号称为上行信号或反向传输信号。单向传输系统



是指有线电视系统只进行正向传输信号的一点对多点的单向传输电视信号的系统。传统的有线电视系统均属此类。

(2) 双向交互式传输系统。它是能进行正向和反向传输信号的系统。交互式要求双向传输,可以满足用户提出的双向服务的要求,主要功能有:各种家政服务,付费电视,计算机及数据通信,视、音频信号的上传,家庭水、电、气的自动监测与抄表,防盗、防火报警及系统工作状态的监测等。双向交互式传输系统目前尚处于不断完善、不断发展的阶段,交互式的业务部分完成。

6. 按干线放大器的供电分类

(1) 分散供电系统。干线放大器就近接市电的供电方式,这种方式较为灵活,但容易因市电原因造成系统故障。

(2) 集中供电系统。从前端或干线上某一点加入电源插入器和集中供电电源,电源电流通过干线电缆对干线放大器进行供电。这种供电方式便于集中管理电源,保证电源质量,便于维护,但由于系统中接头较多,容易造成短路,电源应有过载保护电路。

1.5 电视标准

1.5.1 模拟电视标准

NTSC、SECAM 和 PAL 是全球三大主要的电视广播制式,这三种制式是不能互相兼容的,例如在 PAL 制式的电视上播放 NTSC 的视频,则影像画面将不能正常显示。

1. NTSC 制式

NTSC 制式,又简称为 N 制,是 1952 年 12 月由美国国家电视标准委员会(National Television System Committee, NTSC)制定的彩色电视广播标准,属于同时制,帧率为 29.97 帧/秒,扫描线为 525,隔行扫描,画面比例为 4:3,分辨率为 720×480 。这种制式的色度信号调制包括了平衡调制和正交调制两种,解决了彩色黑白电视广播兼容问题,但存在相位容易失真、色彩不太稳定的问题,需要色彩控制(tint control)来手动调节颜色,这是 NTSC 的最大缺点之一。美国、加拿大、墨西哥等大部分美洲国家以及日本、韩国、菲律宾和我国台湾地区等均采用这种制式,我国香港部分电视公司也采用 NTSC 制式广播,其中两大主要分支是 NTSC-US(又名 NTSC-U/C)与 NTSC-J。

2. SECAM 制式

SECAM 制式,又称塞康制,法文全名 Séquential Couleur Avec Mémoire,意为“按顺序传送彩色与存储”,1966 年法国研制成功,它属于同时顺序制,帧率为 25 帧/秒,扫描线 625 行,隔行扫描,画面比例 4:3,分辨率为 720×576 。在信号传输过程中,亮度信号每行传送,而两个色差信号则逐行依次传送,即用行错开传输时间的办法来避免同时传输时所产生的串色以及由其造成的彩色失真。SECAM 制式的特点是不怕干扰,彩色效果好,但兼容性差。采用 SECAM 制的国家主要为大部分独联体国家(如俄罗斯)、法国、埃及以及非洲的一



些法语系国家等。

3. PAL 制式

PAL 制式, 又称帕尔制, 英文全名 Phase Alternating Line, 意为“逐行倒相”, 在 1967 年由当时任职于德律风根 (Telefunken) 公司的德国人沃尔特·布鲁赫 (Walter Bruch) 提出, 也属于同时制, 帧率 25 帧/s, 扫描线 625 行, 隔行扫描, 画面比例为 4:3, 分辨率为 720×576 。发明 PAL 的原意是在兼容原有黑白电视广播格式的情况下加入彩色信号时, 要克服 NTSC 制相位敏感造成的色彩失真。所谓“逐行倒相”是指每行扫描线的彩色信号跟上一行倒相, 其作用是自动改正的传播中可能出现的错相。

PAL 采用逐行倒相正交平衡调幅技术方法, 对同时传送的两个色差信号中的一个色差信号采用逐行倒相, 另一个色差信号进行正交调制方式。这样, 如果在信号传输过程中发生相位失真, 则会由于相邻两行信号的相位相反起到互相补偿作用, 从而有效地克服了因相位失真而引起的色彩变化。因此, PAL 制对相位失真不敏感, 图像彩色误差较小, 与黑白电视的兼容也好。早期的 PAL 电视机没有特别的组件改正错相, 严重的错相产生时通过肉眼都能明显看到, 后期改进的电视把上一行的色彩信号与下一行的平均起来才显示, 虽然这样 PAL 的垂直色彩分辨率会低于 NTSC, 但由于人眼对色彩的灵敏性不及人眼对亮度的敏感性, 因此并不明显。英国和中国香港、澳门使用的是 PAL-I, 中国大陆使用的是 PAL-D, 新加坡使用的是 PAL B/G 或 D/K。

1) PAL 制式的细分格式

PAL 本身是一种彩色电视广播标准, 经常被配以 625 线、每秒 25 帧画面、隔行扫描的电视广播格式。PAL 制式中根据不同的参数细节, 又可以进一步划分为如 B、D、G、H、I、N 等制式, 例如 PAL-D 制就是我国大陆采用的制式。也有某些 PAL 是配以其他分辨率的格式, 例如巴西使用的 M 广播格式为 525 线, 29.97 帧 (与 NTSC 格式一样), 用 NTSC 彩色副载波, 但巴西是使用 PAL 彩色调频的。现在大部分的 PAL 电视机都能收看以上所有不同系统格式的 PAL。很多 PAL 电视机更能同时收看基频的 NTSC-M (如电视游戏机、录影机等) 的 NTSC 信号, 但是却不一定可以接收 NTSC 广播。

当视频信号是以基频传送 (如电视游戏机、录影机等) 时, 以及对于数字视频 (如 DVD、数字电视等) 的情况, 各种以“字母”细分广播格式就没有具体分别了, 在这种情况下, PAL 被用来泛指 625 条扫描线, 每秒 25 帧, 隔行扫描, PAL 色彩调频的电视制式 (即 PAL 的广义泛指概念包含了 PAL 和 SECAM 两种制式中的所有细分格式)。

2) 在 PAL 制式下播放电影

视频图像 PAL 制式每秒 50 场, NTSC 制是每秒 60 场, 由于当时的电视都是隔行扫描, 通过奇偶两场组成一幅完整帧, 所以可以大致认为 PAL 制每秒 25 个完整视频帧, NTSC 制每秒 30 个完整视频帧。而电影放映的时候都是每秒 24 个胶片帧, 由于帧率的差别, 因此要在 PAL 或者 NTSC 制式的电视上播放电影, 通常需要做一些特别处理, 具体又可分为视频和音频两部分处理。

首先关于视频, NTSC 每秒有 30 帧, 与电影的 24 帧/s 差别太大, 因此必须通过“2:3 Pull-Up”等办法把 24 个电影帧转成 30 个视频帧, 这 30 个视频帧里所包含的内容和 24 个电影帧是相等的, 所以 NTSC 的播放速度和电影一样。而 PAL 和电影每秒只差 1 帧, 所以



以前一般来说就直接一帧对一帧进行制作,没有经过任何处理直接被装载到 DVD 中去,这样 PAL 每秒会比电影多放一帧,因此其播放速度比电影院内或 NTSC 制式电视广播加快了 $1/24 \approx 4\%$ 。

所以,对于同一部电影来说,PAL 制的 DVD 会比 NTSC 制的快 $1/24$ (时间换算公式:NTSC 时间 $\times 24 \div 25 =$ PAL 时间)。例如一部 100min 的电影,在 NTSC 上播放还是 100min,而放在 PAL 上播放就变成 96min 了。为了获得跟电影一样的播放速度,也有一些 PAL 制 DVD 采用了 $24 + 1$ 的制作方法,也就是把 24 帧中的其中一帧重复一次,确保 25 帧/s 的帧率。

其次关于音频,由于 PAL 制的视频比原始影片短,所以为了使声音与视频同步,声音也必须变短。那声音怎样变短呢?自然是加快声音的播放速度了,效果可以类比磁带快放,这样做的结果就是声音的声调会变高。PAL 的音频就是这样一个“快放”的过程,虽然这个声音速度的变化只有 4%,音调失真不会特别严重,但若不对声音的音调进行调校补偿,细心聆听下仍会发现音乐变高了一个半音。

表 1-3 为三大格式对比。

表 1-3 NTSC、SECAM、PAL 三大制式对比

制 式	NTSC	SECAM	PAL
全名	National Television System Committee(美国国家电视标准委员会)	Séquential Couleur A Mémoire(按顺序传送彩色与存储,法文)	Phase Alternating Line(逐行倒相)
阵称	Never The Same Color(不会出现一样的色彩)	System Essentially Contrary to American Method(本质上有别于美国的系统) Shows Every Color All Murky(把每一个颜色显示得模糊)	Perfect At Last(终于完美了)
开发国家	美国	法国	联邦德国(西德)
成立时间	1953 年	1966 年	1967 年
细分格式	6 种: NTSC、NTSC-C、NTSC-J、NTSC-M、NTSC-U、NTSC-U _s	6 种: SECAM、SECAM-B、SECAM-D、SECAM-G、SECAM-K、SECAM-L	10 种: PAL、PAL-B、PAL-D、PAL-G、PAL-H、PAL-I、PAL-K、PAL-K1、PAL-N、PAL-M
采用国家/地区	美国、加拿大、墨西哥等大部分美洲国家以及日本、中国台湾、韩国、菲律宾等	俄罗斯、法国、埃及以及非洲的一些法语系国家等	除北美、东亚部分地区、中东、法国及东欧以外的世界上大部分国家/地区
圆场频率	59.94Hz	50Hz	50Hz
圆框扫描线	525 条	625 条	625 条
水平扫描频率	15 734.264Hz	15 625Hz	15 625Hz



续表

制 式	NTSC	SECAM	PAL
亮度信号带宽	4.2 MHz	6.0 MHz	5.5 MHz
声音载波	4.5 MHz (System-M)	6.5 MHz (System-DK)	欧洲 5.5 MHz (System-BG)英国 6.0 MHz (System-I)
色信号	I、Q	$D_R + 350 \sim -500\text{kHz}$ $D_B + 350 \sim -350\text{kHz}$	$U \pm V$
系色信号	$(455/2)f_H = 3.579545\text{MHz}$	$f_{DR} 282f_H = 4.2500\text{MHz}$ $f_{DB} 272f_H = 4.4065\text{MHz}$	$(1135/4)f_H + f_V/2 = 4.433618\text{MHz}$
色信号调频方式	相位及振幅正交调变	6.5Hz	相位及振幅正交调变(每隔一条线变换一次)
色差信号带宽	$I = 1.3\text{MHz}$ $Q = 0.6\text{MHz}$	$f_{DR} > 1.0\text{MHz}$ $f_{DB} > 1.0\text{MHz}$	$U = 1.3\text{MHz}$ $V = 1.3\text{MHz}$
系色信号相位	$-(B-Y)$	f_{DR} 和 f_{DB} 每隔 3 条扫描线改变 180°	$U \pm V$
色信号控制	不需要	利用垂直归线时 9 条扫描线	利用 $\pm 180^\circ$ 摆动信号
外加信号	无	$f_{H/2}, f_{H/4}, f_V, f_{V/2}$	$f_{H/2}$ 修正闸控信号
数字化	较难	最难	容易
转换特性	NTSC $\leftrightarrow$ PAL 容易 NTSC $\leftrightarrow$ SECAM 较难	SECAM $\leftrightarrow$ PAL 容易 SECAM $\leftrightarrow$ NTSC 较难	PAL $\leftrightarrow$ NTSC 容易 PAL $\leftrightarrow$ SECAM 容易
卫星通信	可行	可行	可行
操作方式	繁琐	最简单	简单
画面效果	会闪烁	细致	较稳定
兼容性	最佳	稍差	佳
彩色同步频率	3.58 MHz	4.433 MHz	4.433 MHz

1.5.2 数字电视标准

众所周知,模拟电视有 NTSC、PAL 和 SECAM 三种标准。目前,数字电视也陷入这种局面,美国、欧洲和日本各自形成三种不同的数字电视标准。美国的标准是 ATSC(Advanced Television System Committee,先进电视制式委员会);欧洲的标准是 DVB(Digital Video Broadcasting,数字视频广播);日本的标准是 ISDB(Integrated Services Digital Broadcasting,综合业务数字广播)。

现在,数字电视尚无统一的国际标准,本节就现行的三种数字电视标准分别予以介绍,并在技术规范、标准参数及特点等方面进行比较。