

Z X X D S X

T

中小型 电视 系统

华东师范大学出版社

· 葛惠强编著
· ZHONGXIAOXING
DIANSHIXITONG
· GEHUIQIANG
BIANCHU
· HUADONG SHIFAN
DAXUE CHUBAN
SHE

华东师范大学教材出版基金资助出版

中小型电视系统

葛惠强 编著

华东师范大学出版社

责任编辑 李凌云

中小型电视系统

葛惠强 编著

华东师范大学出版社出版发行

(上海中山北路 3663 号 邮政编码 200062)

新华书店上海发行所经销

上海新文印刷厂印刷

开本 850×1168 1/32 印张 13.25 字数 328 千字

1999 年 1 月第 1 版 1999 年 1 月第 1 次印刷

印数 001—2 000 本

ISBN 7-5617-1966-3/TN010

定价 18.00 元

前 言

电视已成为人们生活中不可或缺的一部分。随着科学技术的不断发展,电视作为一种信息传递的新型媒体已经渗透到国民经济的各个部门。当前,在城市和农村,有线电视又以其极强的生命力迅猛地发展,特别是有线电视宽带网增值业务的开发,使得诸如电子商务、数据传输、国际互联网的接入等等都成为现实。在党和政府的重视和关怀下,电视教学作为现代教育技术的一个分支,在教育领域被广泛采用,为广大师生所欢迎。各地、各级、各类学校都设立了相应的电化教育机构,建立了自己的演播制作系统;不少院校还相继开设了相应的学科专业,为我国现代教育技术的普及和发展奠定了基础。在这些学科专业中都开设有“电视中心设备”、“电视系统”等课程。多年来作者所在的华东师范大学教育信息技术系是国家教委最早设立的相关学科之一。本书是在作者从事十多年该课程教学实践所编写的讲义基础上,经过多次整理、补充而成的。

电视系统本身就是一门新兴学科,随着电子技术、数字技术以及微电脑技术的飞速发展,这些新技术在电视系统及其系统设备中的应用不仅日臻成熟,而且已向实用化迈进。为此,本书着重于各系统设备的理论分析与实际应用的结合;为避免烦琐的(各厂家、各种型号)电路分析,力求统一其数学模型和物理概念,给读者以清晰的脉络。

全书共有八章:第一章介绍了电视系统的基本构成以及信号的流程,给出了全书的基本轮廓;第二章、第三章注重摄像机、录像机的基本原理的阐述,重点分析其信号形成、处理、存储的原理,在

此基础上讨论了作为今后发展方向的固体摄像机和数字录像机；第四章、第五章集中讨论了视频信号的时基校正和电子编辑实现的原理；第六章以模拟信号为基础介绍了视频的切换及特技；第七章综述了电视同步机在整个电视系统中的重要作用及其外同步锁相功能；第八章具体分析了演播室的基本要求和新发展起来的虚拟演播室原理。

本书承蒙原上海广播电影电视局总工程师吴安甫先生审阅，并对书稿提出许多建设性的宝贵意见，作者借此致以衷心的感谢。

在本书编写过程中，还得到了上海广播电影电视局朱青铎先生、上海东方广播电视技术总公司冯骏雄总经理以及上海教育电视台、上海郊区各有线电视台、站、北京师范大学等单位提供资料和帮助，作者在此一并致以感谢！

作者还要特别感谢华东师范大学出版基金会，使本书获该会的出版基金资助，得以与广大读者见面。

由于作者学识所限，书中疏漏和错误之处在所难免，敬请同行和读者指正。

作 者

1998年8月于华东师大

目 录

第一章 电视系统构成	1
§ 1.1 概述	1
§ 1.2 系统主要设备	2
§ 1.3 系统功能	6
§ 1.4 系统信号流程	15
第二章 彩色摄像机原理	17
§ 2.1 概述	17
§ 2.2 彩色摄像机有关的基本知识及其构成	18
§ 2.3 彩色摄像机的光学系统	26
§ 2.4 摄像器件	39
§ 2.5 视频信号处理	79
§ 2.6 彩色摄像机的自动检测与调整	103
第三章 彩色录像机原理	130
§ 3.1 概述	130
§ 3.2 视频记录原理	136
§ 3.3 螺旋扫描录像机原理	155
§ 3.4 视频磁头与磁带	160
§ 3.5 视频、音频信号处理	167
§ 3.6 伺服系统	196
§ 3.7 不同格式录像机的技术特点	226
§ 3.8 机械与控制系统	281
第四章 时基误差校正原理	285
§ 4.1 概述	285
§ 4.2 模拟时基校正	288
§ 4.3 数字时基校正原理	289

§ 4.4	数字时基校正器的应用	301
第五章	电子编辑原理	309
§ 5.1	概述	309
§ 5.2	剪接编辑	310
§ 5.3	电子编辑	311
§ 5.4	实现电子编辑的措施	315
§ 5.5	电子编辑的控制方式	324
§ 5.6	非线性编辑	336
第六章	视频切换与特技效果原理	341
§ 6.1	概述	341
§ 6.2	视频信号的切换	342
§ 6.3	视频信号的慢转换	349
§ 6.4	分画面特技	357
§ 6.5	键控技术	367
§ 6.6	特技效果发生器在节目制作中的应用	378
§ 6.7	数字特技	380
第七章	同步机原理	382
§ 7.1	概述	382
§ 7.2	同步机产生的信号	383
§ 7.3	同步发生器的组成原理	389
§ 7.4	同步机锁相原理	390
第八章	电视演播室	402
§ 8.1	演播室的声学环境	402
§ 8.2	演播室的供电与照明要求	409
§ 8.3	虚拟演播室	410

第一章 电视系统构成

§ 1.1 概 述

所谓电视系统,是指制作电视节目工艺流程以及信号的接收、播出所需各种设备的集合,并将其合理地配置、联接,辅以按规定的技术标准进行调测。

根据电视节目制作的不同要求或形式,又可将一个电视系统分成若干子系统,如新闻中心、演播中心、电视转播车等等。它们中的某一部分又可独立地形成单独的子系统。对电视台,就其职能而言,它孕含的子系统就更多一些,更复杂一些,特别是电视台还必须配置发射系统;而对于学校的电化教育,或大型厂矿、公安、体育、出版、军事等机构的电教中心或有线电视站制作电视节目而言,也因制作节目的流程所需,而自成一套独立的系统。他们的设备及等级都较电视台系统少而低,构成的系统亦较为简单。但是,尽管如此,从信号的角度去看,它们却都是由信号的产生、采集,信号的技术加工、处理,信号的储存、转发,以及信号的传输链路等构成的。

这条信号链路上的工作主要有两大部分:技术控制与导演控制。

技术控制的任务是对链路中所有设备(视频的、音频的)及其信号进行监测、调整;而导演控制的任务则是从艺术的角度,对链路中的信号进行加工、处理,并对演播现场进行场面调度,气氛渲染等。而链路信号的加工、处理和现场场面调度,是通过视频切换台、特技效果发生器、内部通话等设备实现的。

图 1.1 为系统框图。从图中可见,各子系统都与总控子系统有着传输通道,而且这种通道应具有双向传输功能。图中,卫星地面站、微波站均属于传送系统。它们既可将来信号作为信号源送入总控,又可将总控的其它信号作为输出传送给卫星地面站或微波站。总控子系统的功能通过下面的讨论将会更加清楚。

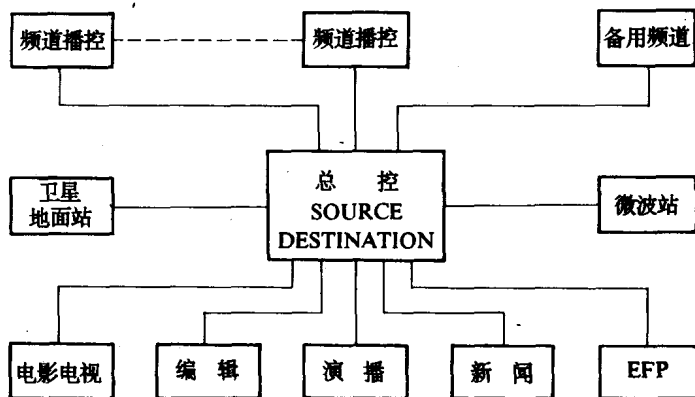


图 1.1 电视系统构成

§ 1.2 系统主要设备

一个完整的电视系统,其所需设备是极其复杂的,而连接这些设备的传输链路犹如人体的血管。这里仅对视频方面的主要设备及其功能作一简单介绍,其中如同步机、摄像机等在以后章节中还将对其工作原理分别予以讨论。

一、同步信号发生器

我们知道,电视是以扫描来实现视频信号的拾取与再现的。在一个电视系统中,有诸多的视频设备,它们又都各自有自己独立的扫描,而这些独立的各自扫描又都是随机的。正如电视接收机在不

接收外来空中电视台发射的信号时,只要打开接收机,它本身就都有自己的扫描。但是,当电视机接收来自空中某一频道的信号时,为了保证收、发二端扫描频率和相位的一致,在电视机中设置有同步分离电路来控制电视机中的行、场扫描与电视台发送的行、场扫描信号保持一一对应的关系。否则,在电视接收机中,就无法实现稳定的再现。正因为如此,在电视系统中的所有视频设备,它们的行、场同步脉冲信号,复合消隐信号,包括彩色副载波, PAL 相位识别脉冲,色同步门脉冲信号,都必须严格地保持一致。而这种一致性是由同步机所产生的信号去分别予以控制的。所以通常同步机被誉为系统的心脏。

从图 1.1 的系统构成中,我们知道,对于一个大的系统而言,它又有多个子系统,而每个子系统又各自有多台视频设备。如演播室、新闻中心,它们都有自己的多台摄像机、视频切换器、字幕图形的视频设备等,而这些设备要在一起联机工作,就必须有同步信号发生器产生同步信息供所有的视频设备之用。这就是说,每个子系统均有自己的同步机。

然而,这些子系统又组合成一个完整的、复杂的电视系统,各子系统之间也必须保持步调一致。所以当两台或两台以上的同步机需联机工作时,同步机是以其外同步锁相功能来完成的。

二、视频切换与特技发生器

电视节目制作与电影制作的一个明显区别在于电影只能是单机拍摄,即使大型场面用几台摄影机同时拍,但最终还需要剪接,不同摄影机拍得的胶片通过剪辑,把它们粘接起来;而电视节目制作时可以对多台摄像机或者多路视频信号同时进行切换,任选其中一路输出(如转播一场球赛有多台摄像机各司其责,分别拍摄球门、中场的场景等)。甚至还可将其中两路或两路以上的视频信号进行技术处理、加工后,作为一路输出,同时出现在一幅画面中。这个任务是由视频切换器、特技发生器来完成的。通常又称为导控台。

视频切换、特技发生器有不同的级别、功能,通常由 8 路、16 路或更多视频信号输入,形成视频开关矩阵,并由下游键、混合放大、效果放大、亮度键、色度键等组成。对视频信号可进行多级处理。

总之,视频切换、特技处理是为艺术效果服务的。它可供导演作为电视语言、场面调度、画面艺术处理使用,使画面内涵更为丰富多彩。

三、摄像机

摄像机是直接取得视频信号源的设备,它是通过光电效应,将景物光转换为电信号的装置。对于彩色摄像机,还必须设有分光系统或光学滤色器、滤色条来取得所需的 R、G、B 三基色信号或色差信号。

摄像机根据其使用场合又可分为演播室座机和携带式机两类。近年来由于电视技术的不断发展,微电脑技术的应用,摄像机日益朝着小型、多功能、低功耗方向发展。甚至集摄像、录像功能为一体的一体化摄录机也已达到实用化。这为摄像、调整都带来很大的方便。特别是固体摄像器件的引入,由于其较之光电导摄像管具有更多独到的优点,而引起人们的极大注意。随着固体摄像器件研究的不断完善,可以预见,它将更为广泛地应用于摄像机中。

四、录像机

录像机是将视频(亦包括音频)信号储存在磁带上的设备。

录像机根据其记录格式的不同,可分为低带 U 方式、高带 U 方式、B 格式、C 格式、S-VHS 方式、Betacam、M II 等等。还可根据使用的记录载体——磁带的尺寸,分为 1 英寸、3/4 英寸、1/2 英寸、8 毫米录像机等等。

尽管记录格式层出不穷,但纵观录像机的发展,它基本上是趋向于 1/2 英寸高密度记录方向发展。

在信号处理方面,具有更高“透明度”的数字化录像机技术也已十分成熟,而且达到了实用化。

五、视频磁带编辑机

由于电视节目制作形式的多样化,常常需要将现场实录在磁带上的图像信号进行画面加工或补充资料图像,配音;还有外景的图像在拍摄时,不一定会按剧本的顺序而拍,这就需要对磁带上的信号重新安排或删节。

类似于电影胶片的剪辑,但又不同于电影,视频磁带上信号的编辑是以电子线路和磁-电转换来实现信号的重新安排和对接的。而且,由于采用了带微处理器的编辑录像机,可以通过显示装置来反映其编辑状态,以控制磁迹(CTL 信号)来实现自动搜索、自动编辑。特别是录像磁带上不仅记录了视频图像信号,同时还录有音频信号,而且是两路音频(或两路以上)信号。而对于节目制作来讲,往往希望音频磁迹有多路。这是因为电视节目中有旁白、对话、效果声、音乐、背景音乐等等。而每一路音频信号也需要编辑、修改、删节。电子编辑可以很方便地实现任一路(或 n 路)音频信号的删除或插入,而且其精度可达到 40ms 甚至更高。

六、数字式时基校正器

外景拍摄的图像信号,如果参与电视系统中的视频信号一起切换,作特技处理,如画面的混合、色键、加入字幕图形等,就必须在电视系统中配置时基校正器。

这是因为录像机在对视频信号的记录和重放过程中,磁头与磁带作相对运动,由于其速率变化、磁带的微小延伸以及机械系统的精度等因素,会导致重放的视频信号时间轴的抖动。表现为信号同步脉冲的瞬时抖动和彩色副载波相位的变化,而且这种变化又是随机的,亦即产生了时基误差。

为此,当外景拍得的视频信号,要参与演播系统中与其它视频信号一起送往视频特技切换台之前,就必须对该重放信号进行时基误差的校正。这一功能是由时基误差校正器来完成的。它已成为电视系统不可少的设备。同时,时基误差校正器还促进了电子新

闻采访(ENG)和电子现场制作(EFP)的发展。

数字技术首先被引入时基误差校正的设计中,成为数字电视设备首先实用化的范例。现在由于大规模集成电路的发展,许多生产厂家已经将时基校正器设计为插板式,安装于录像机内,使得录像机在输出信号时已作时基的校正,清除了误差。

以上简略介绍了电视系统中的主要设备。为了保证这些设备能配置成为一个系统并正常工作,还必须有监测和调整的手段,这就是测量设备。当然,对功能完备的大型电视系统而言,其系统设备就更多,诸如输入、输出矩阵单元、播控方面的自动控制单元、图文、三维动画、视频处理、信号均衡、视频放大分配以及一切音频的设备等等。

§ 1.3 系统功能

从图 1.1 电视系统构成中,我们知道各子系统的信号都可通过总控子系统的输入矩阵预选。同时由于它们双向的功能,总控子系统又可将信号通过调度矩阵或播出矩阵回送给各子系统,如分别送往地面卫星站、微波站等。

作为一个电视系统,必须确立系统的统一同步标准,见图 1.2。系统中的统一同步是由高精度的同步机作为总同步机。为了保证系统的正常运行,还应有备用总同步机。

从图中可看出,系统在使用外来(卫星、微波中继等)图像信号时,亦应有锁相同步,而且还必须对外来信号进行加工、整形处理、校正等。

另外,系统必须具有监测功能。按照国际无线电咨询委员会(CCIR)的规定,采用插入测试行信号(ITS)的方法,将各种测试信号按规定插入到场逆程期间同步脉冲后的一些空行里。这样就能在不影响播出的情况下,对电视系统的动态参数进行自动的监

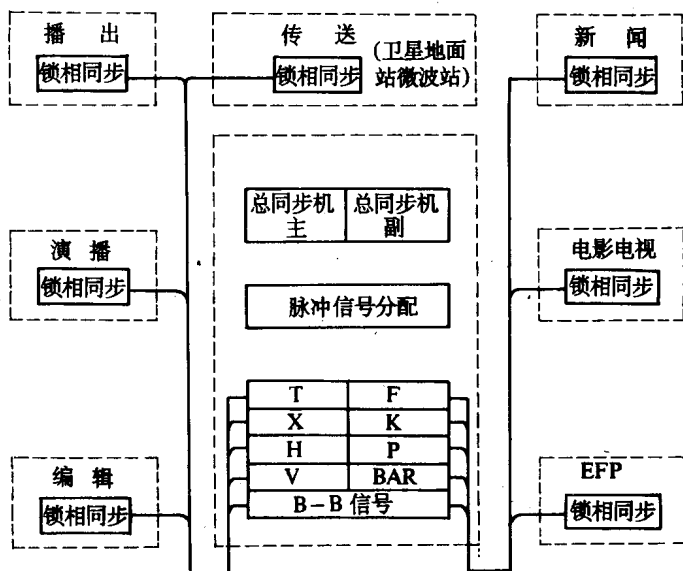


图 1.2 系统统一同步

测、调整。

以上简略介绍了系统的整体功能,作为各子系统,它们又都有各自的功能。这里我们仅就几个主要的子系统分述如下。

一、演播中心

演播中心是以演播室为主体的,是制作电视节目的专用空间。演播室集表演、拍摄、录制、甚至实况播出等功能于一体。

既然要表演,就必须有演区。大型演播室还有主、副演区,以形成多景别、多用途的演播室。这就要求提供一个足够的艺术空间,以供创作之用。

拍摄如同前述,它要求一个完整的摄制系统,包括音频和视频两部分。需要有取得音、视频信号的设备,如摄像机、传声器等。还需要有对音、视频信号进行各种加工、处理的设备,如调音台、导控

台等,以及现场编辑或录制的设备、同步信号发生器、时基校正器等。这实际上就构成了一个小型的电视系统。

而且,由于摄像机是依赖光电转换而取得电信号的,所以对演播室还必须要有较高的照明要求。我们所需要的彩色信号也必须还原(即再现)正确,这就对照明光源的色温有严格的要求。同时为了艺术效果的需要,还有调光等等。由此可知,演播室的灯光照明实际上也是一项十分重要的工程设计,不可等闲视之。

电视节目在制作时,除视频信号的录制外,同时还有音频信号的录制。所以演播室对室内的声学条件,也有相应的要求,诸如隔声、吸声、混响时间等。

由以上分析可知,演播室是电视节目创作、制作的基地,它的一切功能都应围绕节目的艺术和技术两方面的要求来设计,为保证这两个任务实实在在完成的一切设备所构成的系统,就是演播中心。对演播室的设计原则,我们将在以后专门讨论。

二、新闻中心

对音频、视频信号的取得和处理而言,新闻中心与演播中心有相似之处。但由于其节目制作的对象是以口播为主,所以对于演区、灯光等的要求就没有演播室高。但对于制作节目的设备却仍然要给予高质量的保证。

三、传送室

由图 1.1 电视系统构成中可知,由于外来信号源或者送出本台制作的电视节目信号的需要,电视台大多设有传送室。

传送室能将卫星的下行信号、微波中继传来的信号等,作为信号源送入总控的输入开关矩阵,供制作节目信号源的调度之用。同时它还可将播出开关矩阵的输出信号发往卫星地面站和微波站传出去。传送室子系统如图 1.3 所示。多路卫星接收,可互为备份,为了提高音质,采用了对输出音频信号进行平衡转换。

图 1.4 为上海电视台传送室视频图。图中 4[#]、7[#]、8[#]、11[#]、

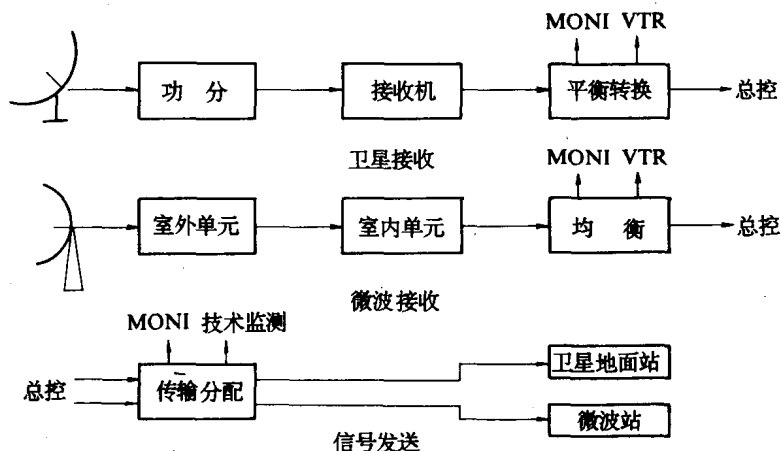


图 1.3 传送室系统的接收与发射

12" 分别为该设备所处立柜的编号, 30×30 为矩阵开关(亦即总控调度矩阵), CN1、CN2、CN3 为立柜中的连接点分区, A、B、C、D 分别为视频路端标号, 图中“送 207”系指上海电视台内的 207 室, VS-6D03 是六选一视频开关的第三路。从图中可见外部传送(TRAN)来的两路信号都送入 CN3 接线单元, 从 CN3 中 D₁ 接出的一路为接收到的非 PAL 制式的信号, 必须对其制式进行转换, 再经视频分配放大器 VDA 送入调度矩阵。

四、电子新闻采访(ENG)与外景节目制作(EFP)

1. ENG(Electronic News Gatherin)

早期的电子新闻采访, 实际上就是一个最为简单的摄-录联接的便携式视频系统。它由便携式摄像机通过电缆与便携式录像机组成。如前所述, 现在由于有了摄录一体化的设备, 使 ENG 更具灵活性, 一个人完全可以胜任工作, 为新闻的即时性提供了极大的方便。这种简单的 ENG 现在已逐步与 EFP 结合, 以扩大其功能并做到新闻的快捷。

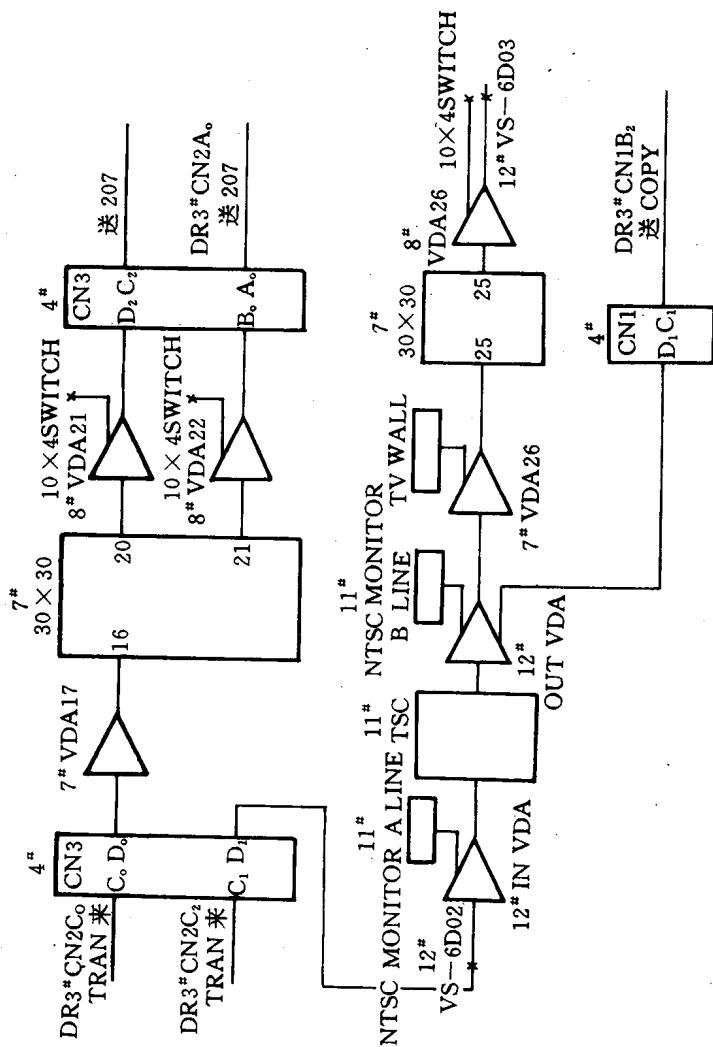


图 1.4 上海电视台传送视频图