

广播影视工程技术人员实用教材

电视数字摄录像技术

DIANSHI SHUZI SHE
LUXIANG JISHU

● 方德葵 主编
● 林正豹 等编著
● 武海鹏

中国广播电视出版社

广播影视工程技术人员实用教材

电视数字摄录像技术

主编 方德葵

主审 陈原祥

编著 林正豹 武海鹏 等

中国广播电视出版社

图书在版编目(CIP)数据

电视数字摄录像技术 / 林正豹, 武海鹏等编著. —北京: 中国广播电视出版社, 2005.1

(广播影视工程技术人员实用教材 / 方德葵主编)

ISBN 7-5043-4520-2

I. 数… II. ①林… ②武… III. ①数字信号-应用-电视摄像机-教材②数字信号-应用-磁带录像机-教材

IV. TN948.41

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 137964 号

电视数字摄录像技术

主 编	方德葵
主 审	陈原祥
编 著	林正豹 武海鹏等
责任编辑	聂珊珊
封面设计	李燕平
责任校对	徐 强 舒翼华
监 印	赵 宁
出版发行	中国广播电视出版社
电 话	(010) 86093580 86093583
社 址	北京市西城区真武庙二条 9 号 (邮政编码 100045)
经 销	全国各地新华书店
印 刷	长沙化勘印刷有限公司
开 本	787 毫米×1092 毫米 1/16
字 数	387 (千) 字
印 张	17.75
版 次	2005 年 3 月第 1 版 2005 年 3 月第 1 次印刷
印 数	5000 册
书 号	ISBN 7-5043-4520-2/TN·329
定 价	35.00 元

(版权所有 翻印必究·印装有误 负责调换)

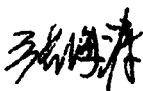
序

广播影视是科技进步的产物,科技创新在广播影视发展中始终发挥着引领的作用。广播从中波、短波到调频、立体声、数字多媒体广播,电视从黑白到彩色、到数字标准清晰度、数字高清晰度电视,电影从黑白无声电影到彩色有声、数字立体声以及动感电影,都是科技发明的结果。

当前,随着世界科技的突飞猛进,广播影视数字化、网络化、产业化发展更加迅速,数字、网络等技术的发展给广播影视带来了自诞生以来的最大的一场变革。这不仅仅是技术设备上的升级换代,更为重要的是,它将给广播影视的工作方式、服务方式、管理方式、体制机制乃至政策法规等方面带来深刻的变化。这场变革已经超出了技术领域和行业范畴,对整个文化产业、信息产业乃至整个社会都将带来深远的影响。我国正以播出前端、用户终端的数字化和塑造市场服务主体为重点,全力推进广播影视数字化:按照数字化、网络化、媒体资产管理并重并举并行的方针,推进广播电台、电视台内部数字化,使广播电台、电视台从为单一用户、单一终端提供服务向为各类用户、各种终端提供服务转变;通过增加节目内容、增加信息服务,推进有线电视数字化整体转换,使有线数字电视成为我国进入千家万户的多媒体信息平台;通过创新体制,引入竞争,塑造市场服务主体,大力发展广播影视产业,不断满足人民群众日益增长的多样化、个性化和对象化的精神文化需求。同时,调动各方面的积极性和创造性,凝聚各方面的智慧和力量,统筹卫星、有线、无线、IP等各种技术手段,通盘考虑,总体规划,加强管理,形成合力,确保广播电视公共服务,开发广播电视市场服务,促进我国广播影视全面协调和可持续发展。

新形势、新任务对我们广播影视工作者提出了新要求,我们广大广播影视工作者要自觉学习新知识,掌握新技术,开发新业务,建立新模式,抢占新阵地和新市场,为我国广播影视的发展改革做出更大的贡献!

国家广播电影电视总局副局长



2004年8月28日

前言

数字技术改变着电视,同时深刻影响着我们的思维。

可以说,摄像机录像机是电视节目生产中最为关键、机型最为丰富的硬件设备。眼下,数字摄像机可以获得超越现实的色彩画质,可以再现“高速摄影”的慢镜电影;IT向AV领域注入大量新概念,数字磁记录出现了非磁带记录、移动非线性编……数字化如春风,为摄像机录像机带来更多应用机会,催得满园春色姹紫嫣红。

从复合到分量、模拟到数字,以往只注重设备的输入输出质量似乎有些陈旧了,在有了框图概念、菜单概念,有了非磁带记录如软件稳定性、网络运行速度等软件指标的介入,摄像机录像机使用及其测量方法也发生了变化。

本书的编著者或大学讲坛上的在职教授,或工作在一线的电视工程专业技术人员,都是数字化转型期的亲历者和践行者,此时此刻的认知,可成为有志在电视摄像录像技术和节目生产领域有所作为的人们参考。

林正豹教授编著了第1篇基础理论篇。这部分在综述电视原理的基础上,集中对数字彩色电视摄像机、数字彩色电视录像机,以及硬盘记录、光盘记录等电视信号的其他记录方法在原理层面进行了讲解。

武海鹏等编著了第2篇和第3篇实用技术篇和指标测量篇。这两部分集中对数字摄像录像机的常用技能、必备知识、日常检查维护、常见故障排除,以及重要指标评价和测量技巧进行了梳理。其中,第5、6章由武海鹏、陈炜编写,第7、8章由武海鹏、沈威、尹浩编写,第9章由武海鹏、晏瑜编写。

全书紧扣数字技术,注重理论、强调实用价值,同时关注使用中的难点、未来发展中的亮点,通俗清新,适应电视专业、大专院校和对电视节目制作有兴趣的人员阅读。

该书在编写过程中,查阅了大量的资料,得到业内许多专家学者和设备生产厂商的支持,在此一并表示感谢。

编者

2004年12月

目 录

第1篇 基础理论篇

第1章 电视原理	(3)
第1节 模拟电视原理	(4)
1. 电视传像原理	(4)
2. 黑白全电视信号	(5)
3. 电视系统的分解力	(8)
4. 三基色原理和三基色信号	(9)
5. PAL制彩色电视简介	(10)
6. 电视信号的调制传输	(13)
第2节 数字电视原理	(14)
1. 模拟信号数字化的基本过程	(14)
2. 我国标清数字电视(SDTV)演播室标准	(17)
3. 我国高清数字电视(HDTV)演播室标准	(23)
第2章 数字彩色电视摄像机	(26)
第1节 数字彩色电视摄像机的组成	(26)
1. 数字彩色电视摄像机的组成	(27)
2. 彩色电视摄像机的技术规格	(30)
第2节 CCD摄像器件	(33)
1. CCD摄像器件的工作原理	(33)
2. 场积累和帧积累	(38)
3. CCD摄像器件的主要类型	(38)
4. CCD的特性	(41)
5. 电子快门	(43)
6. CCD器件发展现状	(44)
7. 关于像面宽高比的变换	(47)
8. 采用动态像素管理的高清晰度CCD	(49)
第3节 视频信号处理电路	(50)
1. 模拟信号处理电路	(50)
2. 数字信号处理电路	(54)
3. 三同轴信号传输技术	(59)
第4节 摄像机的控制系统	(60)

第3章 数字磁带录像机	(63)
第1节 磁性录放基本原理	(67)
1. 磁性录放基本原理	(67)
2. 视频磁带和视频磁头	(69)
第2节 磁带录像机的构成	(71)
1. 视频录放系统	(72)
2. 声音录放系统	(72)
3. 机械系统	(72)
4. 系统控制	(79)
5. 伺服系统	(81)
6. 电源电路	(87)
第3节 数字录像机的关键技术	(87)
1. 提高记录密度的技术	(89)
2. 误码纠正与修正(掩错)技术	(90)
3. 数据交织技术	(91)
4. 通道编码(调制)技术	(91)
5. 录放通道的传输特性	(92)
6. ATF(Automatic Track Ferret 自动磁迹搜索)跟踪技术	(94)
第4节 数字录像机的主要格式	(95)
1. D-Betacam 格式	(95)
2. DV 格式	(97)
3. Digital-S 格式	(98)
4. DVCPR0 格式	(99)
5. Betacam-SX 格式	(102)
6. DVCAM 格式	(103)
7. MPEG IMX 格式	(104)
第4章 电视信号的其他记录方法	(106)
第1节 硬盘记录	(106)
1. 硬盘驱动器(HDD—Hard Disk Drive)工作原理	(106)
2. 磁头技术	(108)
3. 硬盘接口	(109)
4. RAID 硬盘阵列	(111)
5. 硬盘高速缓冲存储器	(116)
6. 适合于记录图像信号的硬盘驱动器	(116)
7. 硬盘录像机	(117)
第2节 光盘记录	(117)
1. 只读光盘(Read Only Optical Disk)	(118)
2. 一次写入多次读出光盘(WORM)	(126)
3. 可重写光盘	(128)
第3节 半导体存储卡	(133)
1. P2 产品系列	(133)
2. 半导体存储卡的优缺点	(134)

3. MXF 文件格式	(135)
第4节 数据流磁带机	(136)
1. 磁带机种类	(136)
2. 数据流磁带机的主要性能指标	(139)

第2篇 实用技术篇

第5章 数字彩色电视摄像机的应用	(143)
第1节 “拿起来就拍”的应用规则	(143)
1. 摄像机及其系统构成	(143)
2. “接通电源”正确使用	(149)
3. 摄录机的操作规则	(152)
第2节 数字摄像机常用技能	(154)
1. 重要功能键的使用	(154)
2. 菜单及其参数调整	(158)
3. 寻像器里的特殊显示	(163)
第3节 数字摄像机必备知识	(164)
1. 数字摄像机技术简述	(164)
2. 重要知识补充	(166)
3. 摄像机拍摄记录	(168)
第6章 数字彩色电视摄像机实用技术	(172)
第1节 数字摄像机家族	(172)
1. 高低端系列中的摄像机	(173)
2. 电视系统中的摄像机	(173)
第2节 数字摄像机的检查	(174)
1. 确保寻像器显示正确	(174)
2. 确认摄像机单机工作正常	(176)
3. 确定在系统下能够工作	(177)
第3节 摄像机的日常维护	(179)
1. 摄像机的维护	(179)
2. 重要组件的更换	(182)
3. 更换后的调整	(186)
第4节 常见故障的排除	(187)
1. 摄像机常见故障	(187)
2. 报警故障及其排除	(188)
3. 调整性故障及其排除	(191)
4. 操作性故障及其排除	(192)
5. 不可恢复性故障及其处理	(193)
第7章 数字彩色电视录像机的应用	(196)
第1节 数字录像机家族	(196)
1. 从“家用”到“高清”	(196)

2. 节目生产中的录像机	(199)
3. 作为媒介的磁带与磁头	(201)
4. 不可或缺的监视器	(202)
第2节 数字录像机使用初步	(203)
1. 认识数字 VTR	(203)
2. 前面板要点介绍	(203)
3. 后接口要点介绍	(211)
4. VTR 的特殊状态	(214)
第3节 数字录像机的编辑技能	(215)
1. “一对一”编辑正确运用	(215)
2. 手动编辑正确运用	(217)
3. 特殊编辑技巧	(217)
4. “锁定”录像机	(219)
5. 三个提示	(220)
第8章 数字彩色电视录像机实用技术	(222)
第1节 数字录像机的必备知识	(222)
1. 框图与原理概述	(222)
2. 数字格式与压缩	(226)
3. 数字 VTR 实例解析	(229)
第2节 数字录像机日常维护	(230)
1. 日常维护规则	(230)
2. 技术维护规则	(231)
3. 一般故障的排除	(234)
第3节 数字录像机的技术调整	(237)
1. 数字录像机需要调整	(237)
2. 数字录像机机芯介绍	(238)
3. 数字录像机的电路板	(241)
4. 数字录像机调整技术	(241)
第4节 新型数字录像技术应用	(246)
1. 蓝光盘技术	(247)
2. P2 (Professional Plug-in) 技术	(248)

第3篇 指标测量篇

第9章 数字彩色电视摄录设备指标评价与测量	(253)
第1节 数字电视测量基础知识	(253)
1. 认识数字信号	(254)
2. 数字信号的特点	(255)
3. 观测数字信号	(256)
第2节 电视图像质量的评价	(257)
1. 主观评价法	(257)

2. 客观测量法	(259)
第3节 摄像机测量方法	(259)
1. 测量仪器及仪表	(260)
2. 测试用测试卡	(260)
3. 测试环境要求	(260)
4. 测量实例及其方法	(260)
5. 数字测量中的提示	(262)
第4节 录像机测量方法	(263)
1. 数字 VTR 测量目的	(263)
2. 数字 VTR 客观测量	(263)
3. 数字 VTR 主观测量	(264)
第5节 数字与数字系统	(266)
1. 数字视频系统	(266)
2. A/D 和 D/A 转换器	(266)
3. 相位调整问题	(266)
4. 混合系统	(266)
第6节 新型记录与测量	(267)
1. 概念的提出	(267)
2. 非线性编辑初测	(267)

第 1 篇 基础理论篇

第 1 章 电视原理

本章内容提要

- ◎黑白全电视信号的组成及波形
- ◎模拟彩色电视原理
- ◎电视信号数字化基本过程及参数选择
- ◎标清数字电视的数据串行接口
- ◎我国高清数字电视演播室标准

电视是将实际的或记录的活动图像(景物)和声音变换成电信号,通过有线网络或无线电波传送至远处,在远处即时重现活动图像和声音的技术。

电视系统由三个基本部分组成:

(1) 光电转换、声电转换部分,任务是将需传送的图像和声音转换成相应的视频和音频电信号;

(2) 视频、音频电信号的传输部分(直接传输或经调制后传输);

(3) 电光、电声转换部分,任务是将视频和音频信号重新恢复成光图像和声音。

电视有黑白和彩色之分,黑白电视只传送景物的亮度,彩色电视不仅要传送景物的亮度,而且还要传送景物的色度(包括色调和饱和度)。

根据电视图像分解力的不同,电视可分为标准清晰度电视(SDTV——standard definition television,简称标清电视)和高清晰度电视(HDTV——high definition television,简称高清电视)两种。现在我国普通家庭所接收到的电视均属标清电视,我国的高清电视还处在试播阶段。

另外,电视信号又有模拟电视信号和数字电视信号之分。由于数字电视信号在传输质量、通过数据压缩来节省带宽、存储、节目制作等方面都优于模拟信号,不久,数字电视广播将完全代替模拟电视广播。

第1节 模拟电视原理

1. 电视传像原理

电视传像的方法是将光图像分解为许多个小单元,这些组成图像的最小单元称为像素;接着将每个像素进行光电转换,得到能代表每个像素亮度、色度(色调和饱和度)信息的相应(三个)电平值;最后按一定的顺序将每个像素的这些电平值构成相应的电信号传送出去。

在电视技术中,顺序传送像素信息的过程称为扫描。电视图像的实际扫描顺序是按从左到右、从上到下一行一行进行,扫描完第一幅(也称帧)后再重复扫描第二幅,如此循环。通常电视系统的扫描方式有两种:逐行扫描和隔行扫描。逐行扫描是指在图像上从上到下一行紧跟着—行的扫描方式;隔行扫描方式是先从上到下扫描画面上的1、3、5、7……等奇数行,然后从上到下扫描画面上的2、4、6、8……等偶数行,即将一帧画面分两场进行扫描,奇数行构成的图像称为奇数场,偶数行构成的图像称为偶数场。

根据人眼的视觉特性,为了保证图像(无论是静止或是运动图像)的连续性,和电影相同,一秒钟传送20多帧图像,即换幅频率大于20HZ也就够了。但是,为使重显的图像不产生闪烁感,换幅频率应高于临界闪烁频率(通常为45.8HZ);再考虑电视机生产初期为减小交流电源干扰的影响,对使用交流电源频率为50HZ的国家(包括我国),换幅频率都选50HZ。当然换幅频率选得越高,对保证图像不闪烁越有利,但换幅频率越高,传送每个像素的时间越短,图像信号的频带就越宽,给传输带来更大的困难。

采用隔行扫描,一帧图像分两场传送,从大面积上看,相当于一幅图像亮两次,所以逐行扫描需要50Hz的换幅频率才能不闪烁,则隔行扫描只需要25Hz。因此隔行扫描可以在保证分解力(每帧分解的像素数)不下降和画面无大面积闪烁的情况下,换幅频率(也称帧频)下降一半,致使形成图像信号的带宽也可减小一半。

在早期的电视系统中,接收端的光电转换都采用显像管。在显像管中,由电子枪发射电子束,轰击涂在荧光屏上的荧光粉使其发光实现电光转换,电信号控制电子束的强度。为了形成图像,需要让电子束在荧光屏上从左到右、从上到下一行一行地扫描,这是由套在显像管管颈外面的一对水平偏转线圈和一对垂直偏转线圈,并分别通入水平(行)扫描频率的锯齿波电流和垂直(帧或场)扫描频率的锯齿波电流,在管内形成相应的偏转磁场实现的。电子束从左到右移位称为行(或称水平)扫描正程,它显示图像;电子束从右到左移位称为行扫描逆程(也称行回扫),时间短于行扫描正程,它不显示图像(电子束截止)。电子束从上到下位移称为场扫描(逐行扫描称为帧扫描)正程(或称垂直扫描正程);从下到上移位称为场(或帧)扫描逆程,逆程时间短不显示图像。

在电视技术中,不考虑图像内容,只由电子束扫描形成的扫描线结构称为扫描光栅。扫描光栅的水平宽度与垂直高度之比称为光栅的帧型比(也称宽高比),帧型比的确定应符合人眼清晰视觉视场范围的要求,根据早期的研究及电路技术水平,国际上统一规定帧型比为4:3,且规定了在画面高度的4~6倍的距离观看图像为最适宜,这时对应的视角约为 $20^{\circ} \times 15^{\circ}$ (水平视角 $\times$ 垂直视角)。

我国模拟标清电视系统(625/50系统)规定采用隔行扫描,帧频 f_F 为25Hz,帧周期 T_F 为40ms;场频 f_V 为50Hz,场周期 T_V 为20ms;每帧的总扫描行数(也称标称扫描行数) Z 为625行,每场的总扫描行数为312.5行,场正程为287.5行,场逆程为25行;行频 f_H 为15625Hz,行周期 T_H 为64 μ s,行正程为52 μ s,行逆程为12 μ s。

2. 黑白全电视信号

全电视信号是指包含图像信号和全部辅助信号(不包括声音)在内的完整的视频信号,可在一条传输通道中传输。而接收端只要收到全电视信号就能正确地重现出发送端所传输的图像。

黑白全电视信号是由黑白图像信号、复合消隐脉冲(包括场消隐脉冲和行消隐脉冲)和复合同步脉冲(包括场同步脉冲和行同步脉冲)按一定方式组合在一起形成的。

(1) 图像信号

在黑白电视中,图像信号是携带图像明、暗(白、黑)信息的电信号,它是通过扫描把图像上不同明暗的像素分布变换成强弱随时间变化的电信号。

图1-1为六条不同亮度竖条图像每一行信号的波形。就图像信号的电平高低与所反映图像亮暗的对应关系区分,图像信号有正极性和负极性两种。白电平高、黑电平低的图像信号称为正极性图像信号;反之,黑电平高、白电平低的图像信号称为负极性图像信号。通常称从黑电平到白电平的范围为图像信号的峰-峰值幅度。在摄像机、录像机等电视设备中,规定其输入、输出的图像信号均为正极性,(当后接设备的输入阻抗为75欧时)峰-峰值幅度为0.7VPP。

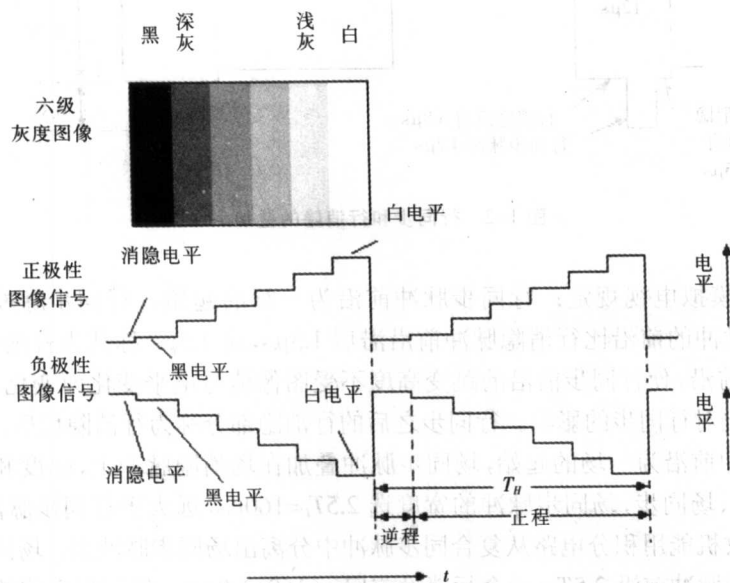


图1-1 灰度条画面及对应的图像信号

(2) 复合消隐脉冲

复合消隐脉冲的主要作用是让显像管的电子束在行、场扫描逆程(回扫)时间截止,

使荧光屏看不到电子束的回扫线。截止行扫描逆程电子束的脉冲为行消隐脉冲;截止场扫描逆程电子束的脉冲为场消隐脉冲,行、场消隐脉冲合称为复合消隐脉冲。消隐脉冲的另一个作用是当将它加入图像信号时,为图像信号提供一个固定的参考电平,即图像信号是以消隐电平作为基准电平的。消隐电平值一般与黑电平一样,也可以比黑电平“更黑”一些。当消隐电平比黑电平“更黑”一些时,黑电平与消隐电平差值为 $0\sim 50\text{mV}$ 。

行消隐脉冲每行一个,场消隐脉冲每场一个,在我国标清电视标准中,行消隐脉冲标称宽度为 $12\mu\text{s}$;场消隐脉冲标称宽度为 $25T_H+12\mu\text{s}=1612\mu\text{s}$ (T_H 为行周期)。

(3) 复合同步脉冲

复合同步脉冲的作用是提供保持扫描步调一致的控制指令,在电视系统中规定:行同步脉冲指示开始行扫描逆程的时间,场同步脉冲指示开始场扫描逆程的时间。行、场同步组合在一起称为复合同步脉冲。

复合同步脉冲、复合消隐脉冲是和图像信号组合成全电视信号传送的,采用电平叠加方法,即根据电平不同加以区分。三者以消隐电平为基准,对于正极性全电视信号,图像信号的电平高于消隐电平,同步脉冲电平低于消隐电平,而对于负极性全电视信号则相反。另外,由于行、场同步是指示行、场扫描逆程的起始,而扫描逆程要截止电子束,所以,行、场同步脉冲必须分别出现在行、场消隐期间,并应在靠近行、场消隐脉冲前沿的位置上。图 1-2 为行同步脉冲叠加在行消隐脉冲上的波形。同步脉冲顶所处的电平称为同步电平。当全电视信号幅度规定为 1.0V_{pp} 时,同步脉冲的幅度占 0.3V 。

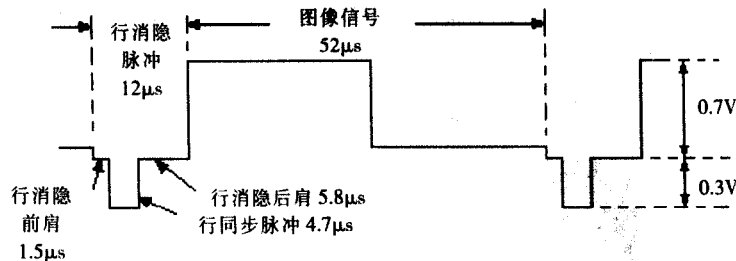


图 1-2 行同步和行消隐的叠加

我国标清模拟电视规定:行同步脉冲前沿为一行的起始,行同步脉冲的宽度为 $4.7\mu\text{s}$;行同步脉冲的前沿比行消隐脉冲前沿滞后 $1.5\mu\text{s}$,这 $1.5\mu\text{s}$ 称其为行消隐前肩,用以保护行同步前沿,使行同步前沿的跳变高度不受图像信号电平变化而变化,避免了图像信号电平变化对行同步的影响。行同步之后的行消隐部分称为行消隐后肩。

场同步脉冲前沿为一场的起始,场同步脉冲叠加在场消隐脉冲上,幅度和行同步相同,为了区分行、场同步,场同步脉冲的宽度选 $2.5T_H=160\mu\text{s}$,远大于行同步脉冲的宽度,以便于电视接收机能用积分电路从复合同步脉冲中分离出场同步脉冲来。场同步脉冲的前沿滞后场消隐脉冲前沿 $2.5T_H$ 一个行消隐前肩 $= (160+1.5)\mu\text{s}$,场同步之前的场消隐部分称为场消隐前肩,场同步之后的场消隐部分称为场消隐后肩,后肩宽度为 $20T_H$ 一个行消隐后肩。在场同步脉冲之外的场消隐期内,仍有一行一个的行同步脉冲,以有利于电视接收机在场正程开始时行扫描的同步锁定。

黑白全电视信号波形(图像信号为正极性)如图1-3所示,上面为偶数场场同步周围的波形;下面为奇数场场同步周围的波形。

在实际的黑白全电视信号波形中,复合同步信号作了如下改动:

①为使场同步脉冲期间不丢失行同步信息,采取了在场同步脉冲宽度内每隔半行开一个凹槽(称其为槽脉冲)的措施,每个场同步脉冲期间形成5个槽脉冲。每个槽脉冲宽度规定为 $4.7\mu\text{s}$,即等于行同步脉冲的宽度,并规定槽脉冲的后沿与行同步前沿对应。场同步开槽后相对于槽脉冲而凸起的脉冲称为齿脉冲,其宽度为 $27.3\mu\text{s}$ 。并规定:第一个齿脉冲的前沿(即场同步前沿)作为一场起始的基准时刻,标记为“ 0_V ”;若该前沿又是一行的起始时,则该前沿即为奇数场的起点。经312.5行的奇数场之后,又出现一个场同步前沿“ 0_V ”,它在第313行的中间,为偶数场的起点,后面的312.5行为偶数场的全电视信号。

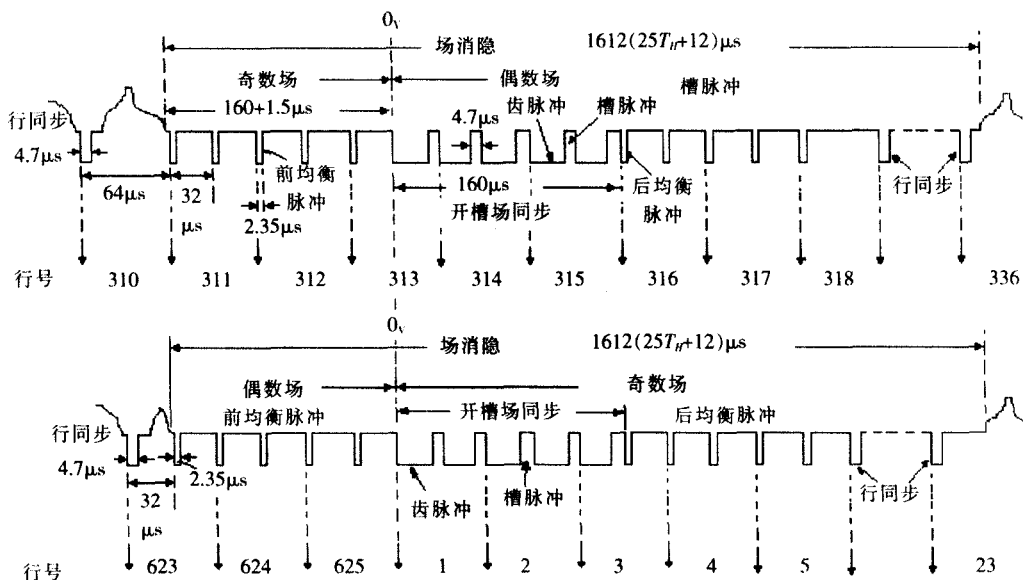


图 1-3 黑白全电视信号波形

②将场同步脉冲前面2.5行时间内(属于场消隐期间)的行同步换成5个宽度为 $2.35\mu\text{s}$ 、周期为半个行周期($32\mu\text{s}$)的窄脉冲,称其为前均衡脉冲。采用前均衡脉冲后,使奇、偶场同步脉冲前沿与其前面行同步脉冲之间间隔的差异推远了,这样奇、偶场场同步脉冲在积分电路上输出波形的差别变得很微小,不会影响隔行扫描性能,使两场光栅能精确镶嵌。前均衡脉冲每半行设置一个的原因也是为了使场同步周围的波形保持一致,提高隔行扫描性能。对于两场中真正起行同步作用的沿图中用“ $\downarrow$ ”符号表示。

前均衡脉冲的宽度定为 $2.35\mu\text{s}$,是为了使两个脉冲的宽度加起来仍等于一个行同步脉冲的宽度,从而使积分电路的充放电总量不致因引入前均衡脉冲而受到影响。另外,在场同步脉冲之后也安置了5个后均衡脉冲,并无什么作用,可认为是一种对称性摆设。

关于黑白全电视信号还需说明: