



职业教育精品实用教材

ZHIYE JIAOYU JINGPIN SHIYONG JIAOCAI

彩色电视机原理与维修

刘文娟 张洪宝 主 编
崔青恒 石朝晖 戴乐军 副主编



经济科学出版社

职业教育精品实用教材

彩色电视机原理与维修

刘文娟 张洪宝 主 编
崔青恒 石朝晖 戴乐军 副主编

经济科学出版社

图书在版编目(CIP)数据

彩色电视机原理与维修/刘文娟,张洪宝主编. —北京:经济科学出版社,2009.12
职业教育精品实用教材

ISBN 978-7-5058-8922-4

I. ①彩… II. ①刘… ②张… III. ①彩色电视—电视接收机—理论—职业教育—教材
②彩色电视—电视接收机—维修—职业教育—教材 IV. ①TN949.12

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 231177 号

责任编辑:王东萍

责任校对:张长松

技术编辑:李长建

彩色电视机原理与维修

刘文娟 张洪宝 主编

崔青恒 石朝晖 戴乐军 副主编

经济科学出版社出版、发行 新华书店经销

社址:北京市海淀区阜成路甲 28 号 邮编:100142

教材编辑中心电话:88191344 发行部电话:88191540

网址:www.esp.com.cn

电子邮件:esphj3@esp.com.cn

北京市密兴印刷厂印装

787×1092 16 开 14.75 印张 359 千字

2010 年 1 月第 1 版 2010 年 1 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5058-8922-4 定价:23.90 元

(图书出现印装问题,本社负责调换)

(版权所有 翻印必究)

出版说明

为了更好地贯彻《中共中央国务院关于深化教育改革全面推进素质教育的决定》精神,全面落实《面向 21 世纪教育振兴行动计划》中提出的职业教育课程改革和教材建设规划,职业教育精品实用教材编写组组织相关力量对实现职业教育培养目标、保障重点专业建设的主干课程的教材进行了规划和编写。

职业教育精品实用教材是面向职业教育的规范性教材,严格按照国家最新颁发的教学大纲编写,并通过了专家的审定。本套教材深入贯彻素质教育的理念,突出职业教育的特点,注重对学生的创新能力和实践能力的培养,在内容编排、例题设置和图示说明等方面努力创新,在满足不同学制、不同专业以及不同办学条件教学需求的同时,实现教学效果的最优化。

我们希望各地、各校在使用本套教材的过程中,及时提出改进意见和建议,使之不断地得到完善和提高。

职业教育精品实用教材编写组

前 言

随着社会经济的发展,对技术人才的需求越来越迫切,也对技术人才的专业知识和操作技能提出了更高的要求。相应地,职业学校的教材内容和教学方法也在不断地调整。

本书是职业学校电子电器专业的一门技术课程教材。本书的编写依据目前职业学校学生的实际,简化理论教学,突出能力培养,着重培养学生的学习能力、分析问题的思维能力,应用知识解决问题的能力和动手操作的能力。

本书既覆盖了教学知识点,体现了时代特征,又增加了一些实用的新知识、新技术。在文字上力求通俗易懂,降低理论难度。

本书内容主要包括电视信号的发射和接收,彩色电视机图像和显像原理,彩色电视机的基本构成,调谐器电路,中频电路,伴音电路,亮度、色度信号处理电路,行扫描电路,场扫描电路,电源电路,色输出与显像管电路,彩电遥控电路,大屏幕彩电的结构特点,彩色电视机的新技术和彩色电视机的故障检修等。

本书由刘文娟和张洪宝担任主编,崔青恒、石朝晖和戴乐军担任副主编,崔健和孙军辉参与了编写。

在编写过程中,编者参阅了大量书刊和相关论著,并吸取了其中的最新研究成果和有益经验,在此向原著者表示衷心的感谢!

由于编者水平有限,不足之处,敬请师生批评指正。

编 者

目 录

第1章 电视信号的发射和接收	1
1.1 电波与传输的基本知识	1
1.2 调制与解调	4
1.3 电视信号的形成和传输	6
1.4 彩色电视信号三大制式简介	14
第2章 彩色电视机图像和显像原理	16
2.1 光和色的基本知识	16
2.2 彩色显像管的基本结构和显像原理	19
第3章 彩色电视机的基本构成	23
3.1 彩色电视机的整机构成	23
3.2 彩色电视机的信号处理过程	25
3.3 彩色电视机的控制系统	26
3.4 彩电各单元电路之间的相互关系	29
第4章 调谐器电路	32
4.1 高频调谐器概述	32
4.2 高频调谐器各部分电路	33
4.3 高频调谐器实例分析	38
4.4 高频调谐器故障检修	42
第5章 中频电路	44
5.1 中频电路概述	44
5.2 中频通道各部分电路	46
5.3 中频电路实例分析	50
第6章 伴音电路	55
6.1 伴音电路概述	55
6.2 伴音通道各部分电路	56
6.3 伴音电路实例分析	59
第7章 亮度、色度信号处理电路	64
7.1 亮度、色度信号处理电路概述	64
7.2 亮度通道电路	65
7.3 亮度通道电路实例分析	70
7.4 色度通道电路	73
7.5 色度通道电路实例分析	82
第8章 行扫描电路	90
8.1 扫描电路概述	90

8.2	同步分离电路	92
8.3	行扫描电路	95
8.4	行扫描电路实例分析	103
第9章	场扫描电路	113
9.1	场扫描电路概述	113
9.2	场扫描各部分电路	114
9.3	场扫描电路实例分析	118
第10章	电源电路	124
10.1	电源电路基础	124
10.2	开关式稳压电源电路	130
10.3	开关式稳压电源电路实例分析	132
10.4	开关电源的检修	138
第11章	色输出与显像管电路	142
11.1	显像管及其相关部件	142
11.2	显像管电路的基本结构	144
11.3	显像管电路的故障检修	146
11.4	显像管电路实例分析	149
第12章	彩电遥控电路	153
12.1	红外遥控彩色电视机概述	153
12.2	彩色电视机遥控系统各部分电路	156
12.3	遥控系统常见故障及检修	165
第13章	大屏幕彩电的结构特点	169
13.1	大屏幕彩色电视机的技术特点	169
13.2	典型大屏幕彩电的电路结构	175
第14章	彩色电视机的新技术	183
14.1	数字电视技术	183
14.2	液晶电视机	187
14.3	等离子体电视机	193
第15章	彩色电视机的故障检修	200
15.1	彩色电视机的故障特点	200
15.2	检测故障的一般程序	201
15.3	故障检测的基本方法	202
15.4	彩电故障的初查方法	205
15.5	学修彩电入门知识	206
15.6	彩电的故障检修技巧	209

第1章

电视信号的发射和接收

1.1 电波与传输的基本知识

一、电波的基本理论

1. 电与磁

(1)变化的磁场产生电场。在变化的磁场中放一个闭合回路,由于穿过电路的磁通量发生变化,电路中会产生感应电流(如图1-1所示),这是法拉第发现的电磁感应现象。麦克斯韦由场的概念进一步推广到:即使在变化的磁场中没有闭合回路,也同样会产生电场,即变化的磁场产生电场。



图1-1 变化的磁场产生电场

(2)变化的电场产生磁场。既然变化的磁场能在空间中产生电场,那么变化的电场能不能产生磁场?麦克斯韦确信自然界规律的统一与和谐,相信电场与磁场具有对称之美。他大胆地提出假设:变化的电场也相当于一种电流,也在空间产生磁场,即变化的电场产生磁场。如图1-2所示,当给一个电容器两极加上交变的电压时,就会有交变的电场产生,交变的电场就会产生交变的磁场。

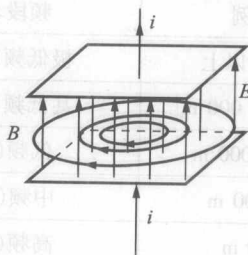


图1-2 变化的电场产生磁场

2. 电磁波的形成

根据上述两个基本论点,如果在空间某区域有不均匀变化的电场,那么这个变化的电场就

会在空间引起变化的磁场;这个变化的磁场又会引起变化的电场……变化的电场和磁场交替产生,由近到远地传播,于是就形成了一列电磁波(如图1-3所示)。产生电波的导体被称为发射天线。

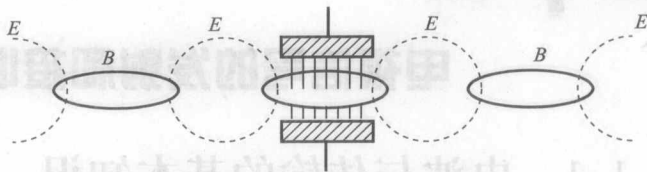


图1-3 电磁波的形成

发射天线上通过的电流如果是正弦波,这时空间各点的电场强度和磁场强度也将按正弦规律变化,其波形如图1-4所示。

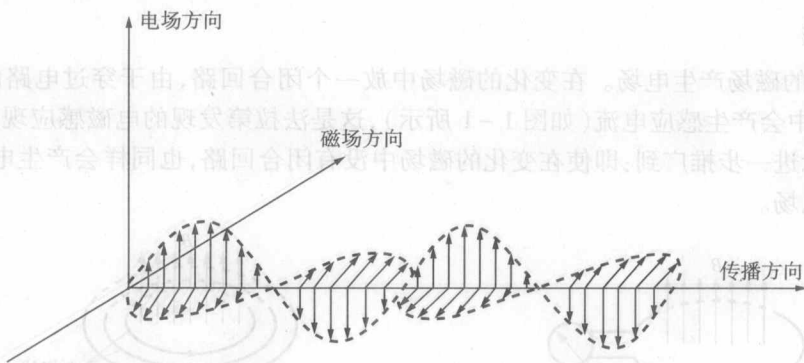


图1-4 无线电波的变化规律

二、电波的发射和传播

1. 无线电波的划分

在无线电广播中使用的发射频率从几十千赫到几百千兆赫,为了方便,一般将它划分成若干频段(每十倍频程为一段),或按波长分为若干个波段。具体划分见表1-1。

表1-1

无线电波的划分

波段名称	波长范例	频段名称	频率范围
极长波	100 000 m 以上	极低频(ELF)	3 kHz 以下
超长波	100 000 ~ 10 000 m	甚低频(VLF)	3 ~ 30 kHz
长波	10 000 ~ 1 000 m	低频(LF)	30 ~ 300 kHz
中波	1 000 ~ 100 m	中频(MF)	300 kHz ~ 3 MHz
短波	100 ~ 10 m	高频(HF)	3 ~ 30 MHz
超短波(米波)	10 ~ 1 m	甚高频(VHF)	30 ~ 300 MHz

续表

波段名称		波长范例	频段名称	频率范围
微波	分米波	10 ~ 1 dm	特高频(UHF)	300 MHz ~ 3 GHz
	厘米波	10 ~ 1 cm	超高频(SHF)	3 ~ 30 GHz
	毫米波	10 ~ 1 mm	极高频(EHF)	30 ~ 300 GHz

2. 无线电波的传播

无线电波从发射天线辐射出来,传到接收天线,有不同的传播方式,如图1-5所示。

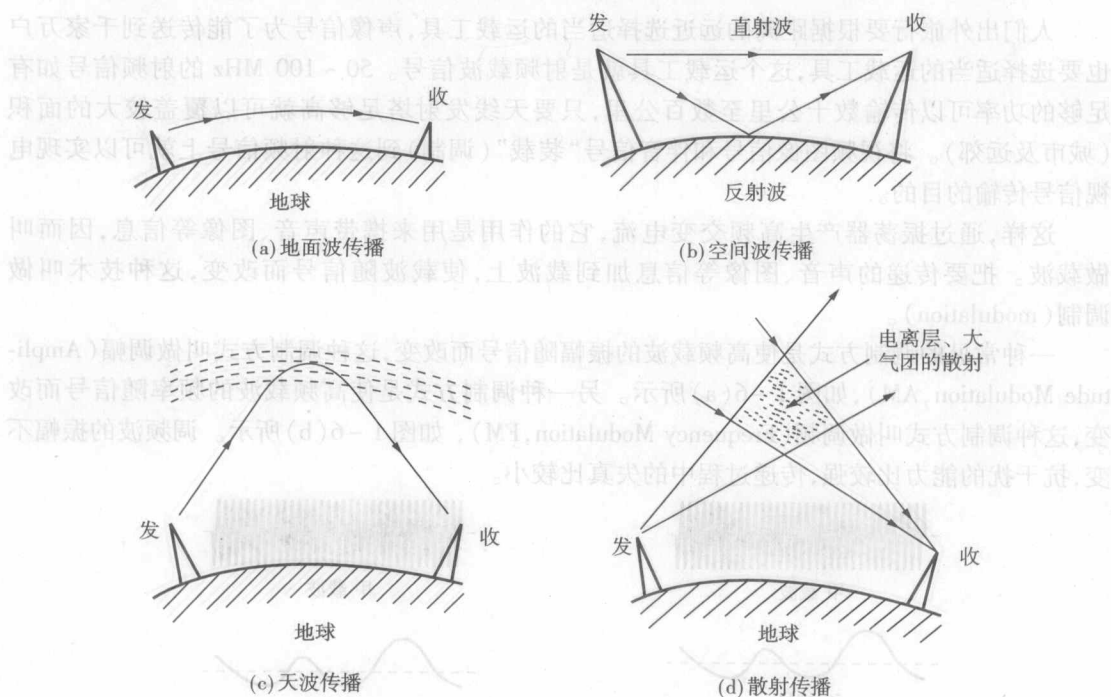


图1-5 无线电波的传播方式

通常把无线电波分为两大类:一类是地波;另一类是天波。地波又可分为沿着地面推进的地面波和由发射点直接到达接收点的空间波。由于大地和天空对无线电波的影响,就决定了各种不同波段的传播特性和应用范围。

(1)长波和中波。它们主要以沿着地球表面绕射方式来传播。由于波长越短(即频率越高),绕射传播中的损耗越大,所以,中波沿地面传播的距离比长波要短。由于电离层(处在50~400 km高空的大气层,它包含大量的带离子,对电磁波有折射、反射和吸收作用)对于长波和中波有较强的吸收作用,特别是在白天吸收更厉害,所以在白天基本不能靠电离层反射来传播长波和中波。夜间由于电离层中电子密度急剧降低,吸收作用减弱,才使长波和中波的传播距离大大增加。

(2)短波。短波的传播主要靠电离层和地面间的来回反射将电波传向远方。由于地面对短波的吸收严重,短波沿地面的传播距离很短,一般不超过几十千米。

(3)超短波和微波。这种电波发射出去后,被电离层反射回地面的很少,沿地球表面绕射

时损耗也很大,所以该电波主要依靠直线传播,传播距离大致限制在视距范围之内。这些波段主要用于调频广播、电视以及雷达导航通信。

1.2 调制与解调

一、调制与解调的基本概念

1. 调制

人们出外旅行要根据距离的远近选择适当的运载工具,声像信号为了能传送到千家万户也要选择适当的运载工具,这个运载工具就是射频载波信号。50 ~ 100 MHz 的射频信号如有足够的功率可以传输数十公里至数百公里,只要天线发射塔足够高就可以覆盖较大的面积(城市及远郊)。将视频图像信号和伴音信号“装载”(调制)到这种射频信号上就可以实现电视信号传输的目的。

这样,通过振荡器产生高频交变电流,它的作用是用来携带声音、图像等信息,因而叫做载波。把要传递的声音、图像等信息加到载波上,使载波随信号而改变,这种技术叫做调制(modulation)。

一种常见的调制方式是使高频载波的振幅随信号而改变,这种调制方式叫做调幅(Amplitude Modulation, AM),如图 1-6(a)所示。另一种调制方式是使高频载波的频率随信号而改变,这种调制方式叫做调频(Frequency Modulation, FM),如图 1-6(b)所示。调频波的振幅不变,抗干扰的能力比较强,传递过程中的失真比较小。

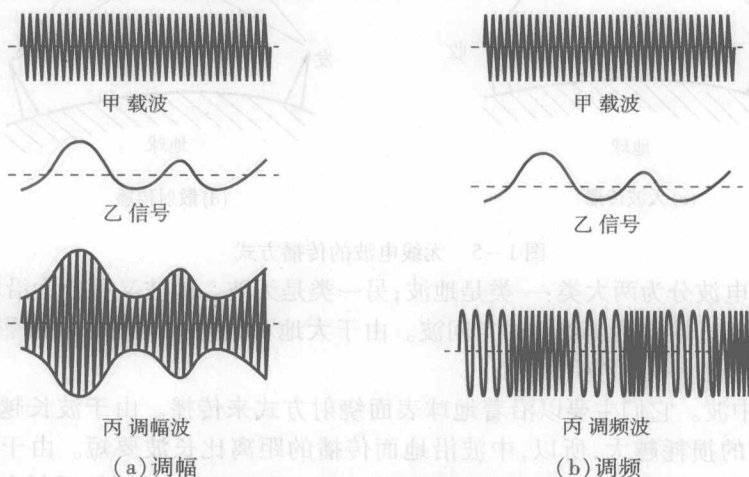


图 1-6 调幅、调频示意图

我国电视中,图像信号采用调幅制,而伴音信号采用调频制,采用调幅-调频组合方式的好处在于采用适当措施后,较易防止两种信号相互影响,目前为大多数国家所采用。

2. 解调

世界上有许许多多的电台、电视台,它们每时每刻都在发射电磁波。接收无线电广播时,首先要从众多的电磁波中把自己需要的选出来,这个过程叫做调谐。经过调谐,接收机得到的

是带有信息标记的高频电流。要得到所需的信息,必须从高频信号电流中把它们“取”出来,也就是要进行解调。通过解调得到的信号,经过放大后传至扬声器或显像管,我们就可以听到声音或看到图像了。解调示意图,如图1-7所示。

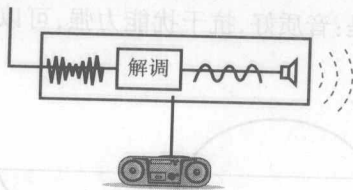


图1-7 解调示意图

二、图像信号的调制

图像信号采用调幅方式。为了增强抗干扰能力,采用负极性调幅,即将负极性电视信号调制在高频载波上,如图1-8所示。其特点是:幅度越大则图像越黑,外来的干扰引起的幅度突增也表现为暗点,看起来就不太明显。而且图像的内容总的来说亮的比暗的多,即发射机发射的低电平信号功率占的比重大,可提高发射效率。

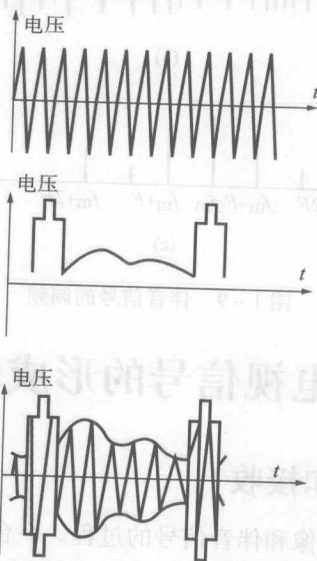


图1-8 图像信号的调幅

三、伴音信号的调制

伴音信号与图像信号一样,也必须调制在载波上,才能发送出去。由于伴音信号频带较窄,一般由几十赫至十几千赫,为了提高抗干扰能力和改善音质,我国规定采用调频方式。

为了与图像信号共用一副天线和尽量压缩电视信号的频带,伴音载频应尽可能地靠近图像载频。对于6 MHz 视频带宽的电视标准,伴音载频规定比图像载频高6.5 MHz。

我国规定伴音调频信号的最大频偏 $\Delta f = 50$ kHz。设伴音信号最高频率 $f_m = 15$ kHz,则调频信号带宽为 $2 \times (50 + 15)$ kHz = 130 kHz,一般取250 ~ 300 kHz。因此,伴音载频比图像载

频高 6.5 MHz 时,不会产生图像与伴音已调波信号频谱重叠现象。

图 1-9 所示为伴音信号的调频示意图。当调制信号的幅度增大时,高频载波的频率增高(波形变密);调制信号的幅度减小时,高频载波的频率减低(波形变疏)。

伴音采用调频方式的优点是:音质好,抗干扰能力强,可以减少与调幅图像信号之间的相互串扰。

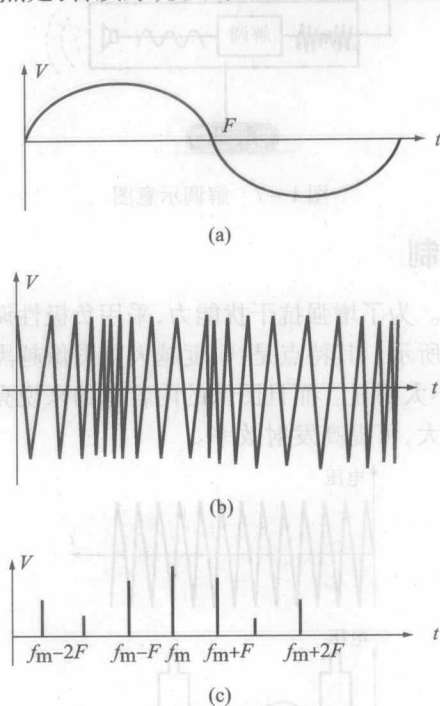


图 1-9 伴音信号的调频

1.3 电视信号的形成和传输

一、电视节目的发射和接收

电视广播是由电视台传送图像和伴音信号的过程。一台性能优良的电视机,在接通电源,调准所要接收的电视频道后,电视屏幕上就会出现一幅幅生动的画面和与之相配合的声音。

如图 1-10 所示,电视伴音的广播和语言音乐的调频广播一样,首先通过传声器(话筒),把声音转变为电信号(电流或电压)——音频信号,经过放大,在伴音发射机中以调频的方式,把它变换成高频调频信号。图像的广播过程和调幅广播相类似,首先通过摄像机把图像的空间光信号转换为时序的电信号——视频信号,经过放大,并混入同步信号,在图像发射机中以调幅的方式,把它变换成高频调幅信号,再经放大后,与伴音高频调频信号混合,由电视天线或有线电视广播系统发射出去。

电视节目的接收过程如图 1-11 所示,天线接收的高频信号经调谐器放大和混频后变成中频信号。图像信号经检波和处理,在同步偏转的作用下由显像管将图像恢复出来,音频信号经解调、低放后由扬声器恢复出来。

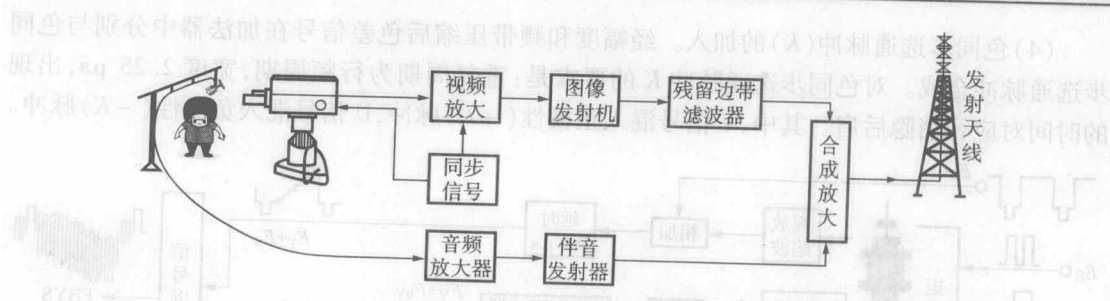


图 1-10 电视节目的发射过程

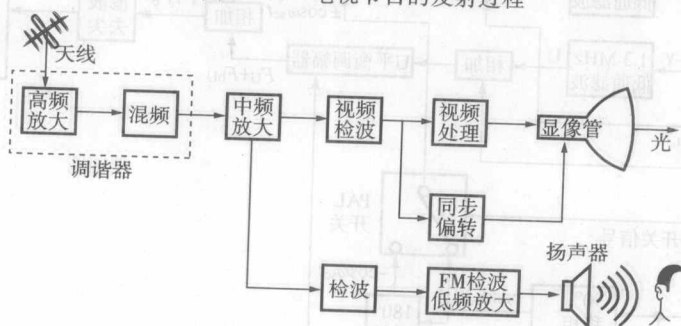


图 1-11 电视节目的接收过程

电视广播的整个发射与接收过程,如图 1-12 所示。

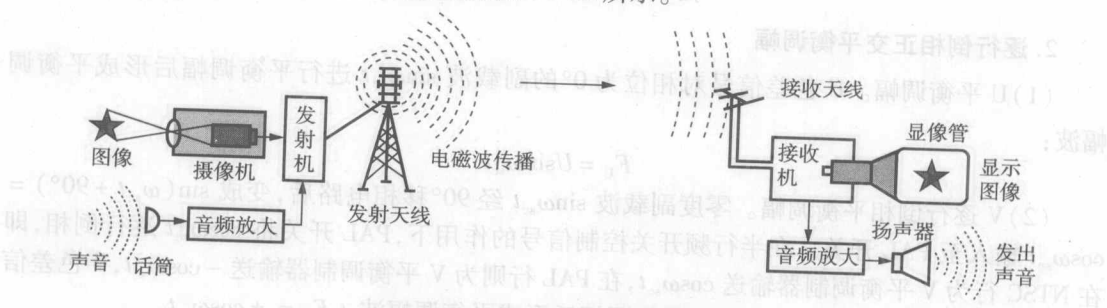


图 1-12 电视广播的发射与接收过程

二、PAL 制电视信号的编码方法

编码是把三基色信号 R、G、B 按照一定方式编制成彩色全电视信号的过程, PAL 制编码调制器的框图如图 1-13 所示。其编码过程分为下列几步完成。

1. Y、V、U 信号形成及 K 脉冲加入

(1) 矩阵电路。将摄像机送来的三基色信号 R、G、B 变换成亮度信号 Y 及两个色差信号, 并对色差信号进行幅度压缩, 得到压缩后的色差 V 和 U。

(2) 色差信号和频带压缩。V 和 U 色差信号经 1.3 MHz 低通滤波器使频带压缩至 0 ~ 1.3 MHz。

(3) 延迟电路。亮度信号和复合同步消除信号在延迟器中延迟 0.6 μs , 其目的是补偿色差信号经过滤波器所产生的延时, 以保证色度信号和亮度信号保持原来的相对关系。

(4) 色同步选通脉冲(K)的加入。经幅度和频带压缩后色差信号在加法器中分别与色同步选通脉冲合成。对色同步选通脉冲 K 的要求是:重复周期为行频周期,宽度 $2.25\ \mu\text{s}$,出现的时间对行消隐后肩。其中, V 信号混入正极性($+K$)脉冲, U 信号混入负极性($-K$)脉冲。

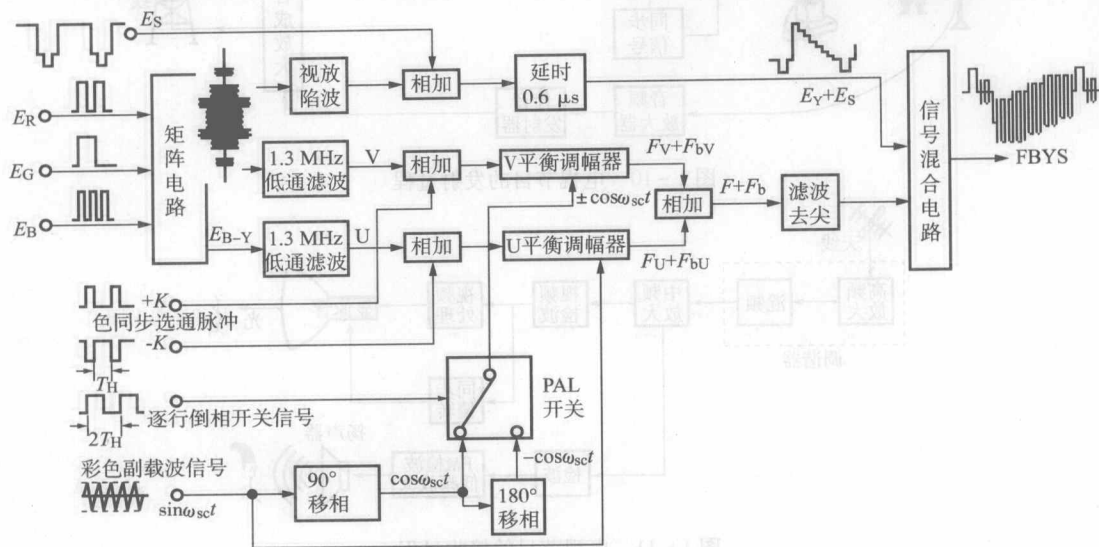


图 1-13 PAL 制编码框图

2. 逐行倒相正交平衡调幅

(1) U 平衡调幅。 U 色差信号对相位为 0° 的副载波 $\sin \omega_{sc} t$ 进行平衡调幅后形成平衡调幅波:

$$F_U = U \sin \omega_{sc} t$$

(2) V 逐行倒相平衡调幅。零度副载波 $\sin \omega_{sc} t$ 经 90° 移相电路后,变成 $\sin(\omega_{sc} t + 90^\circ) = \cos \omega_{sc} t$ 输入至 PAL 开关。在半行频开关控制信号的作用下, PAL 开关将 $\cos \omega_{sc} t$ 逐行倒相,即在 NTSC 行为 V 平衡调制器输送 $\cos \omega_{sc} t$,在 PAL 行则为 V 平衡调制器输送 $-\cos \omega_{sc} t$, V 色差信号对逐行倒相副载波 $\pm \cos \omega_{sc} t$ 进行平衡调幅后形成平衡调幅波 $\pm F_V = \pm V \cos \omega_{sc} t$ 。

(3) 色度信号形成。两正交的平衡波在加法器中叠加后形成色度信号,即

$$F = F_U \pm F_V = U \sin \omega_{sc} t \pm V \cos \omega_{sc} t$$

3. PAL 色同步信号形成

(1) U 信号中色同步信号每行相位 180° 将混有 $-K$ 脉冲的 V 色差信号对相位 0° 的副载波 $\sin \omega_{sc} t$ 调制时,产生的色同步信号每行相位 180° 。

(2) $\pm F_V$ 信号中的色同步信号相位逐行变换为 $\pm 90^\circ$ 以混有 $-K$ 脉冲的 V 色差信号对逐行倒相 $\pm 90^\circ$ 的副载波 $\pm \cos \omega_{sc} t$,产生的色同步信号,初相应逐行变换为 $\pm 90^\circ$ 。

(3) 色同步信号合成。已调的 F_U 的信号和色调的 $\pm F_V$ 信号叠加形成色度信号 F 的同时,色同步信号两分量也进行矢量合成,其相位一行为 135° (简称 V 行),另一行为 225° (简称 P 行),即色同步信号表达式为: $F_b = B \sin(\omega_{sc} t \pm 135^\circ)$ 。

4. 彩色全电视信号(FBYS)形成

F 表示色度信号、 B 表示色同步信号、 Y 表示亮度信号、 S 表示辅助信号(如复合同步和消

那么,两个平衡调幅器的输出分别是 $E_{R-Y}\cos\omega_{sc}t$ 和 $E_{B-Y}\sin\omega_{sc}t$ 它们在线性相加器中合成,就形成色度信号:

$$F = E_{R-Y}\cos\omega_{sc}t + E_{B-Y}\sin\omega_{sc}t$$

图 1-15(b) 所示为合成信号与两平衡调幅器输出之间的矢量关系。图中对角线的长度代表色度信号 F 的振幅, ϕ 是 F 的相位角。

2. 逐行倒相的处理方法

PAL 就是逐行倒相的缩写。PAL 制就是在正交平衡调幅制的基础上加上一个逐行倒相措施,所以称为逐行倒相正交平衡调幅制。所谓逐行倒相,是将色度信号中的一个分量,即 F_V 逐行倒相,而不是将整个色度信号倒相,更不是将整个视频信号倒相。为了方便,把不倒相的那些行叫做 NTSC 行,倒相的那些行叫做 PAL 行。

一个任意色调的色度信号,如果 NTSC 行用 F_n 表示。那么它的 PAL 行的矢量 F_{n+1} 就应该是 F_n 以 U 轴为基准的一个镜像。逐行倒相的色度信号如图 1-16 所示,以紫色为例说明了这种情况。其中,实线表示 NTSC 行,虚线表示 PAL 行。

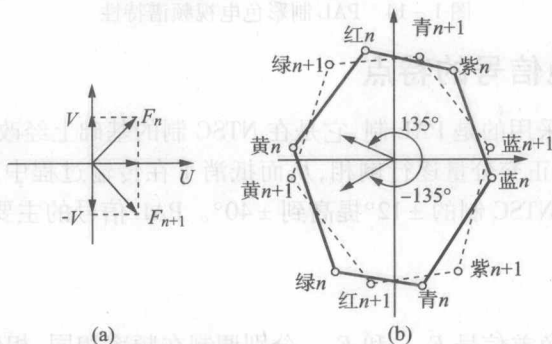


图 1-16 逐行倒相的色度信号

为了使接收机能按色度信号的本来相位正确重现原来的色调,在接收端必须采用相应的措施,将 PAL 行的色度信号 F_V 的相位重新倒过来。否则,就会失去了原来的色调。其他色调也有类似的变化。

四、色度信号的解码过程

PAL 制彩色解码电路比较复杂,它的任务是从 PAL 制彩色编码信号中解调出 $(R-Y)$ 、 $(G-Y)$ 和 $(B-Y)$ 三个色差信号。它主要由色度信号通道和色同步信号通道两部分组成。色度信号通道包括色度放大器、延时解调器(即梳状滤波器)、同步检波器和 $(G-Y)$ 矩阵电路,其功能是从彩色全电视信号中选出色度信号进行放大和解调。色饱和度在这里进行控制。色同步信号通道包括色同步选通电路、副载波晶体振荡器、鉴相器和 PAL 开关,其功能是恢复色副载波的相位。色度信号解码过程如图 1-17 所示。