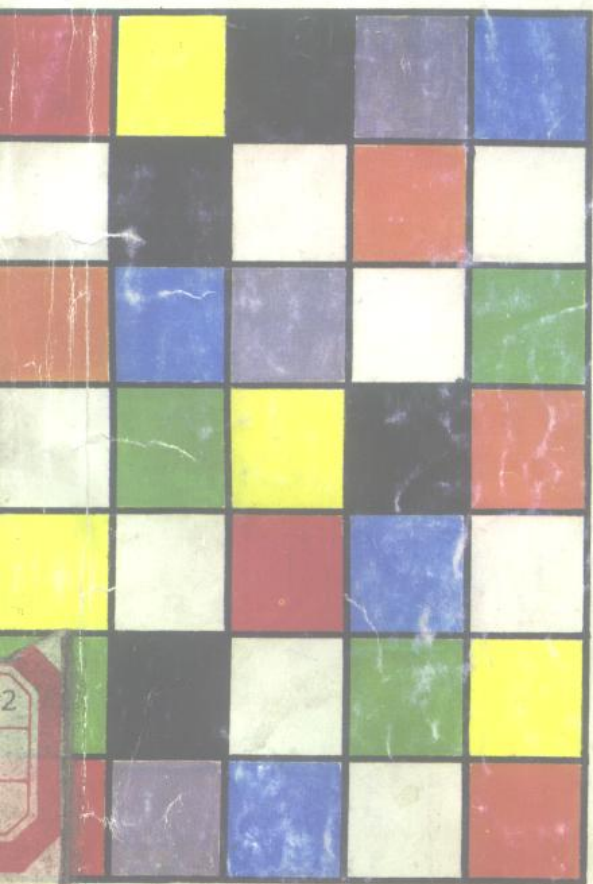


彩色电视机

的原理与调试

第二版

张远程 宋 骥 编著



上海科学技术出版社

彩色电视机的原理与调试

(第二版)

张远程 宋 骞 编著

上海科学技术出版社

7-160/54

内 容 提 要

本书以国内用户拥有量较大的四片机和二片机为主,并兼顾了一些日本和西欧产品深入浅出、循序渐进地讨论了遥控和非遥控集成电路彩色电视机的原理和调试方法。同时,对单片式集成,多制式解码,频率合成式遥控以及多伴音、立体声接收等新技术,也作了介绍。全书共分15章,首先对彩色电视信号、接收机组成、彩色电视集成电路(包括数字集成电路和微电脑)作了全面的分析;然后逐章介绍调谐器、图象中频、伴音、解码、亮度、扫描、电源和显象管等各功能电路;侧重分析了遥控系统;最后介绍彩色电视机的调试以及使用、保养、选购等知识。

本书可作为电视专业的科技人员和工人,以及业余爱好者的参考书和自修读本,亦可作为大专院校学生的教材。

彩色电视机的原理与调试

(第二版)

张远程 宋 寿 编著

上海科学技术出版社出版

(上海瑞金二路450号)

新华书店上海发行所发行 常熟第七印刷厂印刷

开本787×1092 1/16 印张 34 插页 2 字数 818,000

1981年8月第1版

1993年7月第2版 1993年7月第8次印刷

印数 344,001—347,400

ISBN7-5323-2779-5/TN·52

定价:19.90元

(沪)新登字108号

前 言

在当今信息时代,彩色电视机正在进入每个家庭,对人民日益丰富的物质文化生活起着越来越重大的作用。由于科学技术,尤其是微电子技术的迅猛发展,目前生产和用户拥有的彩色电视机品类,与其兴起之初已不可同日而语。经历了分立元件的短暂过渡之后,现已全部生产集成电路彩色电视机,而且集成度愈来愈高,功能愈来愈全,遥控系统已达到相当完善的程度。笔者之一于十年前撰写的《彩色电视机的原理与调试》一书(上海科学技术出版社,1981年),虽蒙各界厚爱,行销三十四万余册,然其以分立元件为主叙述的结构,目前已不胜重任。

奉献给读者的这本新书,以社会拥有量较大的“四片机”和新近陆续推出的“二片机”(主机分别由4块或2块集成电路构成)为主体,以我国、日本和西欧三大地区的不同层次、不同型号的若干个系列产品为经纬,系统地阐述了集成电路彩色电视机的原理、电路结构和调试方法。各类遥控系统的分析介绍,是本书力作之一,相信会受广大读者欢迎。对于当前国内彩色电视机的生产和研制,本着既紧密结合现实,反映其最新面貌,又要有所超前,以追随世界最新潮流的原则,在有关章节介绍了一些有可能成为下一代彩色电视机特点的新电路、新技术。如:集成度更高的,以一片集成电路完成主机全部功能的彩色电视单片式集成电路;可直接搜索、遥控、显示实际频道(而不是节目台序号),堪称真正数字技术因而更有发展前途的频率合成式(而不是现今广泛采用的电压合成式)遥控系统;可同时完成当今世界彩色电视三大制式(我国和西欧的PAL制,日、美等国的NTSC制,法、苏等国的SECAM制)的转换和解码,以迎接愈益广泛的国际交流的多制式解码电路;能提供不同国家,不同民族语言和丰富临场感的声乐的多重伴音、立体声,环绕音接收技术等。

众所周知,一台彩色电视机是由多个功能电路相互配合组成的。随着集成电路技术的发展,集成度的提高以及为求更佳信号处理效果而设置新电路,都使集成电路的结构极大地复杂化。为使读者掌握其精髓,不致在纷繁的头绪中迷失方向,本书在整体结构和各章节的安排上,务求读者在具体研究各实际电路对信号的处理技术之前,先对整机和各功能电路的原理,性能上的要求,以及信号的来龙去脉有一个明确的了解,并使这两方面的知识紧密地结合起来。同时,功能日趋齐全,集成度日益提高的各电路,无非是以某些单元电路为砖瓦筑成的大厦,遵照循序渐进的原则,本书以国产第一代集成电路(5G系列)为起点,进而介绍四片机集成电路和由它们组合提高而成的二片机集成电路,最后达到集成度更高的单片集成电路,庶几可使读者化繁为简,由简及繁,拾级而上。作者希望,本书不仅对电视专业的广大科技人员,工人和业余爱好者是一本合适的参考书和自学读本;而且对有关大专院校学生,更象一本教科书。

按照叙述的方便,全书共分为十五章。第一章作为预备知识和出发点,详细阐述了彩色电视信号的组成和特点,在本章和全书,当然是以PAL制为重点。第二章对集成电路彩色电视机的结构作了概要的论述,对全书起着提纲挈领的作用。读者不妨在读完全书后回过

头来研究本章,相信不无裨益。第三章概述了彩色电视集成电路,包括模拟集成电路和数字集成电路。过去,人们提到电视集成电路就想到仅仅是以差分放大器为主体的模拟集成电路。从遥控技术,数字同步技术和数字式测量仪器兴起以来,这已是一种错觉或偏见。今天,数字集成电路和微机技术已大量涌现于彩色电视技术之中。本章介绍了彩电接收技术中的数字集成电路的单元电路、功能电路和微机,以帮助那些不大熟悉它们的读者尽快掌握一些基本知识,并能接受以后有关章节的叙述,这是本书的又一特色。从第四章至第十三章,依次对彩色电视机的高频电路(调谐器)、图象中频系统、伴音通道、解码器,亮度通道,扫描系统,电源系统,显象管及其周围电路等作了介绍。第十四章以较大篇幅讨论遥控系统的工作原理、种类和若干典型电路,包括当前最先进的一些遥控系统。最后一章讨论彩色电视机的调试技术,其中最后一节介绍了彩色电视机使用、保养和选购的若干知识。

本书第三、十四章由宋骞执笔,其余由张远程执笔。

我国彩色电视接收技术正处于飞速发展之中,这是全国广大同行集体智慧的结晶。它给本书提供了丰富的营养。但是,由于作者才疏学浅,水平有限,成书仓促,错误和不当之处,恭请不吝赐教。

作 者

1991年秋于武昌珞珈山

目 录

第一章 彩色全电视信号及其形成	1
第一节 彩色及其重现	1
第二节 亮度信号、色差信号及其波形	10
第三节 色差信号的调制	14
第四节 PAL 色度信号	23
第五节 色副载波的选择和产生	32
第六节 其他制式介绍	38
第二章 集成电路彩色电视接收机概述	44
第一节 彩色电视信号各成分的分离	44
第二节 集成电路彩色电视机的基本结构	49
第三节 彩色电视机的集成化	54
第四节 彩色电视机举例分析	58
第三章 电视集成电路概述	66
第一节 集成电路的种类和特性	66
第二节 电视集成电路的单元电路	68
第三节 半导体数字集成电路概要	75
第四节 彩电技术中的微机	81
第四章 电子调谐和频道预选	85
第一节 电子调谐电路的工作原理	85
第二节 U/V一体化电子调谐器	91
第三节 调谐指示电路	94
第四节 节目预选器	100
第五节 D(TA) 系列指触选台集成电路	106
第五章 图象中频系统	112
第一节 图象中频系统的工作原理	112
第二节 5G 系列图象中频集成电路	119
第三节 西欧图象中频集成电路	127
第四节 单片式图象中频集成电路 D(TA)7607/7611AP	132
第五节 单片式图象中频集成电路 HA11215 和 AN5130/2	144

第六节 电视/视频转换开关 TC4053BP	151
第六章 伴音通道	155
第一节 伴音通道的工作原理	155
第二节 5G 系列伴音集成电路	158
第三节 西欧伴音通道集成电路	162
第四节 伴音集成电路 CD(TA)7176CP 和 HA1124	167
第五节 单片式伴音通道集成电路 AN5250	173
第六节 伴音多重处理电路 TA7633P	177
第七章 色解码工作原理	183
第一节 色度放大及其附属电路	183
第二节 延时解调器	186
第三节 同步解调原理	192
第四节 解码矩阵电路	195
第五节 色副载波再生电路	197
第六节 副载波移相和逐行倒相电路	206
第七节 倒相识别电路	210
第八章 色解码电路分析	214
第一节 5G 系列色解码集成电路	215
第二节 西欧色解码集成电路	229
第三节 单片式色解码集成电路 D(TA)7193P/AP	241
第四节 单片式色解码集成电路 HA11580	256
第五节 单片式色解码集成电路 AN56 22/5620	267
第六节 多制式色解码电路 M51397AP、TDA3592A 和 TDA4550	284
第九章 亮度通道	300
第一节 分立元件亮度通道的工作原理	300
第二节 亮度信号处理电路 TBA970(7CD5-7CD6)	309
第三节 亮度放大及矩阵电路 AN5612	314
第十章 行场扫描系统	323
第一节 行场扫描电路的工作原理	323
第二节 5G 系列行场扫描集成电路	335
第三节 西欧行场扫描集成电路 TBA920	341
第四节 单片式行场扫描集成电路 CD(TA)7609CP	346
第五节 单片式行场扫描集成电路 HA11235 和 AN5435	354
第六节 极高压电路	360

第十一章 开关式稳压电源	365
第一节 开关式稳压电源的工作原理	365
第二节 分立元件开关稳压电源	368
第三节 集成开关稳压电源	372
第十二章 两片式和单片式集成彩色电视机	377
第一节 图象中频和伴音集成电路D(TA)7680/81P/AP(IX0718CE)	378
第二节 色解码和扫描集成电路D(TA)7698/99P/AP(IX0719CE)	384
第三节 飞跃 47C2-2 机电路分析	396
第四节 图象中频伴音和扫描集成电路 TDA4501	400
第五节 PAL 解码电路 TDA3565	405
第六节 单片式彩色电视集成电路 LA7650	407
第七节 单片式彩色电视集成电路 TA8691N	414
第十三章 彩色显象管及光栅校正技术	420
第一节 自会聚彩色显象管	420
第二节 自会聚原理	432
第三节 枕形失真校正	437
第十四章 遥控系统	441
第一节 彩色电视机遥控系统的工作原理	441
第二节 电压合成遥控选台原理	448
第三节 频率合成遥控选台原理	453
第四节 金星 C471-1 机的半自动遥控系统	459
第五节 胜利 JVC SX-13 机的全自动遥控系统	469
第六节 日立 G7-X 机的全自动遥控系统	479
第七节 东芝 CTS-130 机的全自动遥控系统	485
第十五章 彩色电视机的调试和使用	493
第一节 彩色电视测试信号发生器	493
第二节 彩色电视测试卡	499
第三节 解码器和其它单元电路的调试	504
第四节 整机调试(总调)	513
第五节 彩色电视机的选购、使用和保养	519
附录	524
一、本书常用符号	524
二、我国彩色电视广播标准 GB 3174-82	525

三、常用英文缩写·····	531
四、元器件新旧文字、图形符号对照表·····	534
参考文献·····	535

第一章 彩色全电视信号及其形成

彩色全电视信号是彩色电视的图象信号,是从零频率至 6MHz 的宽带视频信号。这和黑白电视的图象信号是一样的。但是,彩色全电视信号却包含了活动景物中更多的信息。黑白电视的图象信号是由反映各象素亮度变化的亮度信号以及图象传送和再现过程所必须的消隐信号和同步信号组成的。彩色全电视信号除此之外,还包含了反映各象素色彩变化的色度信号。所以彩色电视的图象信号比黑白电视的图象信号要复杂些。通常,将色度、亮度、消隐、同步这四个外文词汇的第一个字母合在一起,写作 FBAS,就是彩色全电视信号的缩写。

不同的彩色电视制式将上述信息用不同的方式组合成一个统一整体,这个信号组合过程叫做编码。在接收机中再将这些信号分解开来,发挥其各自的作用。这个信号分解过程叫做解码。在熟悉了黑白电视接收机的基础上来研究彩色电视机,主要就是了解这个解码过程。显然,不了解彩色全电视信号及其各个组成部分的特点,不了解编码过程,也就无法讨论彩色电视接收技术。

本章将介绍彩色电视接收机的一些基础知识。通过阐述编码的全过程,了解 PAL 制和其它兼容制的彩色全电视信号的组成和特点,并着重讨论其色度信号。

第一节 彩色及其重现

一、三基色原理

光和无线电波一样,也是一种电磁波。这种电磁波的波长极短(380~780nm)而频率特别高($4\sim 8\times 10^{14}$ Hz)。图 1-1 所示的电磁辐射波谱里,可见光所占据的这个极小的频率范围(斜线部分),才为人们的视觉所见。

电磁辐射可看成其传播方向上的能量流。单位时间内通过某一面积的能量,即通过该面积的功率,叫做辐射通量。对光而言,辐射通量仅表示单位时间内传送的客观能量的多少,却未能反映出这些能量所引起的人们主观感觉,亦即视觉的强度。这是因为,人眼对波长不同的各种光,灵敏度是不同的;而且每个人的眼睛对于同一波长的光,灵敏度也略有差异。

通过对许多正常人眼的研究,得到一个统计平均的相对灵敏度,叫做视见函数或光谱灵敏度函数 $V(\lambda)$ 。它表示人眼对能量相等而波长不同的光的相对视觉强度,如图 1-2 中的实线所示。由图可以看出,人眼对波长为 555nm 的黄绿光灵敏度最高,对红光和紫光较不敏感,而对红外光与紫外光毫无视觉反映。 $V(\lambda)$ 值越大,产生一定视觉强度所需之辐射通量就越小。例如,为使波长 700nm 的红光和波长 555nm 的黄绿光产生同等强度的视觉,红光的辐射通量应比黄绿光大 250 倍。因此,在讨论光引起的视觉强度时,只涉及辐射通量是不够的,还应考虑到人眼的特点,即必须讨论光通量。光通量表示辐射通量对人眼的作用程

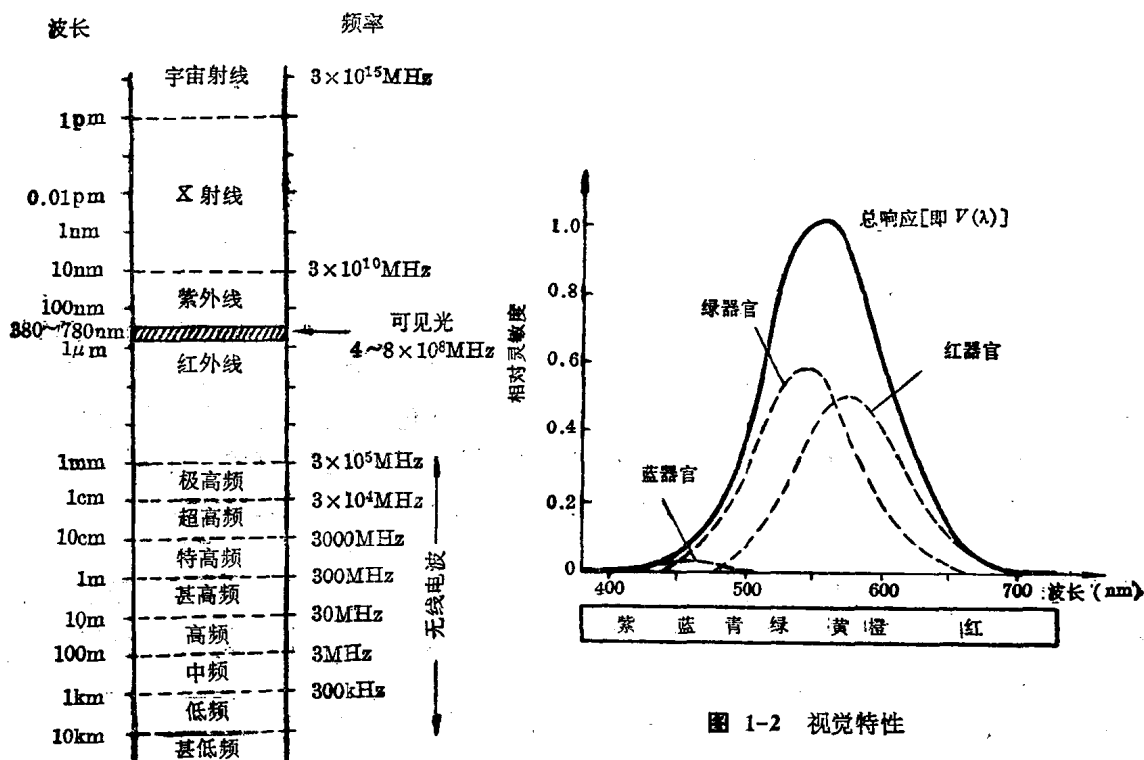


图 1-1 电磁辐射波谱

图 1-2 视觉特性

度，它等于辐射通量与视见函数的乘积。

视见函数说明了人眼视觉特点的一个方面。视觉特点的另一面是色觉，即人眼对不同频率的光产生不同颜色的感觉。研究表明，视网膜上的三种不同接收器官对不同波长的光有不同的响应，如图 1-2 中的三条虚线所示。三条响应曲线的最大值分别对应着可见光的不同波长位置，三条曲线的总和等于视见函数 $V(\lambda)$ 。大脑根据三者之总和产生视觉强度的印象；根据三者的相对比例产生色觉。

描述彩色光对人眼的作用，首先是视觉强度，在彩色电视（以及黑白电视）中，用亮度表示，代表该彩色光的总量；其次是色觉，在彩色电视中，用色度表示，代表该彩色光的品质。色度包括色调和色饱和度两个方面。

色调与可见光的波长有关。众所周知，阳光（白光）是由各种波长的光合成的。当阳光通

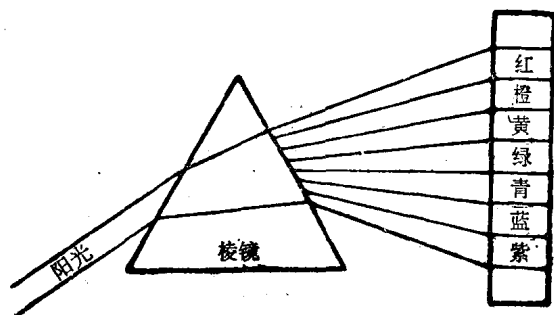


图 1-3 阳光的光谱

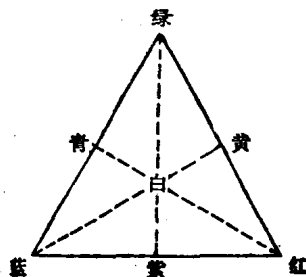


图 1-4 彩色三角形

过玻璃棱镜,由于不同波长的光受到不同的折射,白光就按波长减少的次序分解成红、橙、黄、绿、青、蓝、紫7种主要色调,即阳光的光谱(图1-3)。仔细观察这个光谱即可发现,光谱中的色调是连续改变的,介乎7个主要色调之间,还有其它多种色调。

色饱和度表示色的浓淡程度或深浅程度。单一波长的光即单色光呈现最浓或最深的色,例如各种元素的每一条光谱线就是各种波长的饱和色,称之为光谱色。它们的饱和度都是100%。如果在单色光中掺进一定分量的白光,就变成非光谱色,随着白光逐渐增多,颜色逐渐冲淡,饱和度逐渐变低。饱和度就是光中主要颜色所占的比例。日常所见大多数色的饱和度都较低,所以,彩色电视所处理的大多是低饱和度色。

一种特定的彩色除可用亮度、色调和色饱和度表示外,根据三基色原理,还可与与之等效的三种基本颜色分量(三基色含量)表示。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。红色、绿色和蓝色,通常作为三基色,分别以 R 、 G 和 B 表示。

三基色原理是建立在人眼辨色的生理事实的基础上的。即一定条件下,光谱分布彼此差异很大的两种彩色能引起相同的视觉。例如在一块白板(假设它是能全部反射一切光的理想白板)上,投射红、绿和蓝三束光,则会象封四彩图1所示,在各光束重叠区,呈现投射光波长范围以外的青、紫、黄各色及白色。混色结果可用图1-4中的彩色三角形说明:三个顶点代表投射光,各边中点是该边两端所代表的投射光混合而得的色,三角形的重心代表白色,而白色可由青与红,紫与绿,黄与蓝混成。通常,将这三对色以及其它可以混成白色的对色称为互补色,也将每对色中的一个称为另一个的补色。

彩色电视应不失真地传送与重现景物的丰富色彩。既然要求不失真,就必须建立一套定量描绘彩色的方法。色度学的三基色原理提供了一种最简单的计色方案,即用任一特定色的三基色含量准确地计量该色。色度学正是以此为基础建立起来的。

通过配色实验可准确测定任一特定色的三基色含量,其装置如图1-5所示。为了使测量结果容易复制,首先要对三种基色及其计量单位加以明确规定;规定的标准之一是,三基色含量相等时代表白光。在色度学中,这些特定的基色及其计量单位是:

红基色单位 $1(R)=1\text{lm}$; (波长700nm);

绿基色单位 $1(G)=4.5907\text{lm}$ [波长546.1nm(水银光谱)];

蓝基色单位 $1(B)=0.0601\text{lm}$ [波长435.8nm(水银光谱)]。

这个装置由两块互成直角的理想白板将观察者的视野一分为二,在其中一块白板上投射待配色;另一块上投射三基色。调节

三基色的发光强度,直至两块白板上彩色光引起的视觉完全相同,就准确地描绘了待配色;则三基色的发光强度的读数,必然和待配色三基色含量 R 、 G 、 B 成正比,叫做该色的三色系数。

在1931年的一次国际会议上所制定的用色度坐标为参数的计色方案,叫做CIE国际彩色制(CIE是“国际照明协会”的法文缩写)^[1]。在 $X-Y$ 直角坐标系中,用两个坐标值 x 、 y (色

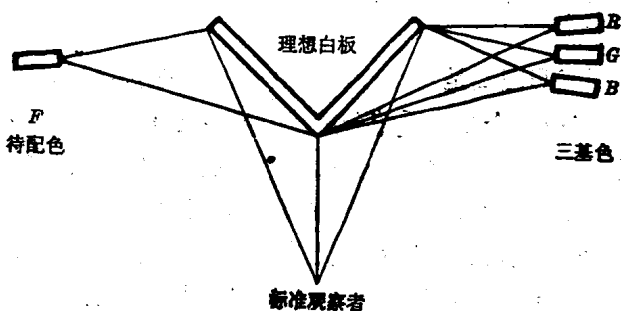


图 1-5 配色实验

度坐标)代表色度,加上亮度,仍是三个参量来描绘任一种特定的色。在该直角坐标系中,代表自然界存在的所有色(实色)的色度坐标点,均位于一块舌形面积范围之内,(图1-6),舌形

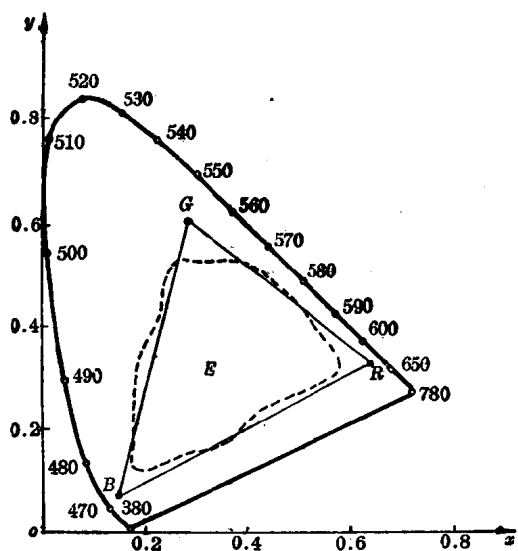


图 1-6 显象基色的坐标

曲线上的点代表所有的光谱色,所以这条舌形曲线就叫做光谱轨迹。在光谱轨迹上,各光谱色的坐标点按其波长依次排列,它们都是各种色调中色饱和度最高的色(最浓的色)。越向舌形曲线的中心过渡,饱和度就越低,中心处代表白色。这种色度图称为 CIE 标准色度图。

为了充分地、确定地描绘一种彩色光,可以采用以下的三参数系统:亮度、色调、饱和度;三系数 R, G, B ; 亮度与色度坐标 X, Y 。有三个独立参数的每一种参数系统是等价的;各系数系统间存在着一定的关系,可以相互转换。在彩色电视技术中,这几种描绘方法都是有用的。在本书稍后还会出现第四种三参数系统(亮度和两个色差)。

二、彩色的传送和重现

彩色电视和黑白电视一样,首先是在光-电转换系统(摄象管等)中,将光信号变成电信号,以一定的方式发送出去;在接收端又将电信号通过电-光转换器(显象管等)呈现原来的图象。所不同的是,呈现图象是彩色的。已知任一特定的彩色需要三个独立参数描绘,故彩色电视须同时传送三个独立参数的变化情况,而不象黑白电视那样,只需传送亮度这一个参数的变化情况。黑白电视系统是用电信号的幅度来反映图象亮度的变化,需要使用 6MHz 的带宽。

封三彩图 2 是一个传送彩色电视的基本装置示意图。图中,由彩条图案*构成的彩色画面,首先被一个分光系统分解成三幅基色画面,分别投射在三只摄象管靶面上。根据图 1-4 可进一步分析这三幅基色画面的情况。例如彩条中左起第一条是白条,白光可分解为红、绿、蓝三色光,所以三幅基色画面的右起第一条都有本基色光。又如彩条图案左起第二条是黄条,而黄光可由红光和绿光构成,所以红、绿基色画面的右起第二条都有本基色光,而蓝基色画面左起第二条无光。其它各条情况以此类推。彩图中无光的地方都是黑色。这样,每幅基色画面都没有色调变化,只有同一色调的深浅变化。当摄象管的电子束扫描时,各管靶极上就产生了相应的基色信号电压,其大小正比于基色的深浅。这些信号的性质,完全类似于黑白电视的图象信号。它们在编码器中以一定方式被编成一个统一的彩色全电视信号,作为图象信号发送出去。在接收端,这个图象信号又被解码器分解为三个基色信号去控制一个彩色显象管的三个电子束以呈现彩色画面。关于彩色显象管的原理,将在第十三章第

* 关于彩条图案,详见下节。

一节详细介绍。它有三个电子束,荧光屏上也涂有三基色荧光粉,每一个电子束只击中相应的一种荧光粉,发出一种基色光。屏上每一像素都由这三种荧光粉点组成。如果某一瞬时三个电子束的强弱成某一比例,该像素中的三种荧光粉发出的光强就成同一比例(暂不考虑三种荧光粉灵敏度的差异)。而三个电子束的强弱是和各基色信号成比例的,基色信号又是和景物中该像素的三基色含量成比例的,所以屏上该像素任何瞬时的色彩,必和景物上对应像素对应时间的色彩相同。这样,当电子束全屏扫描时,就呈现了彩色景物画面。换言之,三种荧光粉点构成的三幅基色画面被人眼合成了原来的彩色景物画面。

这里,三种荧光粉所发出的红、绿、蓝光品质是由荧光粉的成分决定的。我国电视制式规定,它们在标准色度图上的坐标为:

红色(R): $x=0.64, y=0.33$;

绿色(G): $x=0.29, y=0.60$;

蓝色(B): $x=0.15, y=0.06$ 。

它们称为显象三基色,其位置(图1-6)构成一个三角形。这个彩色三角形内所包括的色,就是这一组荧光粉所能呈现的全部色彩。三角形的面积虽不很大,但并不能就此认为彩色电视所呈现的色彩不丰富。事实上,三角形内包含了日常生活中常见的绝大部分色彩,包括相当浓的各种自然景色。那些饱和度接近100%的,靠近光谱轨迹的色,在生活中是极少碰到的。为了便于比较,图中标出了彩色电影、印刷、绘画等的色度范围曲线(虚线)。总的来说,彩色电视对彩色的重现范围并不亚于它们,而在红、绿、蓝及其附近区域则要大很多,因此基色色彩十分鲜艳,给人以清新之感。

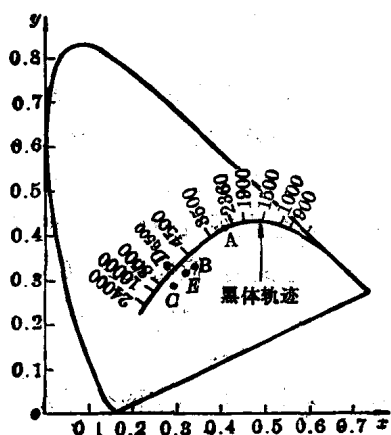


图 1-7 色温和标准白光

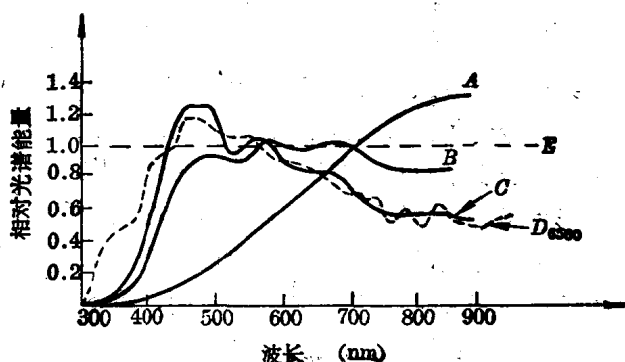


图 1-8 标准白光的光谱

设彩色显象管荧光屏上一像素的亮度为 Y , 该像素的显象三基色含量为 R 、 G 和 B , 根据色度学理论中的亮度公式, 则有

$$Y=0.30R+0.59G+0.11B \quad (1-1)$$

上式表示亮度和显象三基色含量之间的内在联系, 各显象基色对总亮度提供的比例是不同的, 其中绿基色的分量最大。根据亮度公式可直接由显象三基色含量导出亮度。

如果(1-1)式中的 R 、 G 、 B 代表荧光屏上被扫描像素的显象三基色含量随时间的变化, 即代表基色信号, 则式中的 Y 就代表被扫描像素的亮度随时间的变化, 即代表亮度信号。这样, 如用三只摄像管摄取了基色信号, 就可不用另一只摄像管摄取亮度信号, 而直接由亮度

公式通过电路合成出亮度信号。

讨论彩色的重现还必须对电视系统所采用的标准光源加以明确规定。因为彩色电视所描绘的景物,绝大多数本身并不发光,它们所呈现的彩色,只不过是电视演播室内使用的光源中反射而来,因此,景物的彩色与所用光源密切相关。

有些光源光谱能量的分布相当或接近于保持特定温度的绝对黑体的辐射光谱。绝对黑体的辐射光谱仅由其温度决定,温度较低时红光成分较多(炽热光);温度升高时最大辐射向蓝色区域移动(接近天然光)。不同温度下的黑体辐射在标准色度图中的位置,随温度连续变化描绘出一条轨迹,叫黑体轨迹,如图 1-7 所示。图中标明了对应的温度。通常,将黑体辐射出与某光源相同特性的光所必须保持的温度,称为该光源的色温,以绝对温度 K 衡量。这样,可以用色温来描写光源特性。按照我国彩色电视暂行制式试用技术标准,彩色电视制式使用 D_{6500} 白光作为标准光源,其色温为 $6500K$,色度坐标是: $x=0.313, y=0.329$ 。图 1-7 标出了它在标准色度图中所对应的位置。图中还标明了 A 白光(相当于色温为 $2854K$ 的充气钨丝白炽灯产生的光)、 B 白光(色温 $4800K$)、 C 白光(相当于天然光,色温 $6770K$)和 E 白光的色度位置。图 1-8 示出了这几种标准白光的光谱分布曲线。

三、兼容性问题

世界各国的彩色电视广播,都是在本国原来的黑白电视基础上发展起来的。彩色电视比黑白电视技术复杂、成本高。彩色电视开办后在一个相当长的时间内,须和原有的黑白电视兼容。所谓兼容,就是要求黑白电视机能收看彩色电视节目(称该制式具有兼容性),彩色电视机也能收看黑白电视节目(称该制式具有逆兼容性)。当然,在这两种情况下,收看到的节目都是黑白的。

彩色电视信号既要使彩色电视机呈现彩色图象,又要使黑白电视机呈现黑白图象,必须要求其视频信号(彩色全电视信号)是由亮度信号和色度信号两部分组成,并且易于分开。其中亮度信号表示被扫描象素亮度的变化,将它分离出来就能使黑白电视机呈现出黑白图象;而色度信号表示被扫描象素的色度(色调和饱和度)变化,它在彩色电视机中辅助亮度信号呈现彩色图象,这样就实现了兼容性。在设计彩色电视接收机的电路时,应将电路做成亮度通道和色度通道两个部分,当彩色电视信号到来时,两个通道都工作,并呈现彩色图象;当黑白电视信号到来时,色度通道自动关闭,剩下的工作部分恰好相当于一架黑白电视接收机,因而呈现出黑白图象,这样就实现了逆兼容性。此外,彩色全电视信号中的这两个部分必须恰当地配合起来,应设法使它们互不干扰。在黑白电视机收看彩色节目时,要防止色度信号对图象的干扰。为此必须给色度信号(即色信号)选择一个恰当的载波,将色信号调制在它上面再与亮度信号混合,不然,两种信号就会彼此干扰。为了区别已采用的图象载波,通常称色信号的载波叫做色副载波,其频率大约为 $4.43MHz$ 。

另外彩色电视应选用和黑白电视相同的图象载频和伴音载频,由于图象信号和伴音信号的调制方式和黑白电视一样,所以必须采用和黑白电视一样的行、场扫描频率和复合同步、复合消隐信号。

为了使彩色全电视信号和黑白图象信号占有同样的带宽,不能直接传送三基色信号。否则,由于每一个基色信号和黑白电视图象信号一样都要占据 $6MHz$ 带宽,则彩色电视信号的总带宽至少为 $18MHz$ 。这样的彩色电视信号是不能用现有黑白电视频道发送设备传送的,

因而是不能兼容的。要将彩色电视占用频带压缩到黑白电视一样,并不是很容易的事。但人们终于找到了行之有效的色度信号带宽限制和频谱交错技术。

人眼辨色的本领低于分辨亮度的本领。当人们在一定的距离上观看白底上有两个相距 0.5cm 的黑点、红底上有两个相距 1cm 的绿点以及蓝底上有两个相距 2.5cm 绿点等三幅图案时,开始还分得清是两个点,到了某一距离以外,就分不出是孤立的两个点了,可见人眼分辨细节的能力是有限的。有趣的是,这三幅图象中的点子几乎是在差不多的距离以后就分不清的。换句话说,在相等的距离内,并不因后两幅图案两点间距离大而分得更清楚一些。类似的现象在人们生活中也是常见的。例如,黑白的照片清晰度一般较高;如果在黑白照片上大块大块地涂上水彩,则对这样的彩色照片并不使人觉得有彩色突变,仍然是很柔和的。这叫做大面积着色原理,是由人眼的生理特点决定的。也就是说,色彩重现只要有低清晰度就可以了。彩色清晰度再高,人眼并不察觉,意义也就不大。电视图象的清晰度是和信号的频带宽度成正比的(在我国,水平清晰度每增加 80 线,相当于视频宽度增加 1MHz),所以,可用宽带(6MHz)传送亮度信号,而用窄带传送色度信号。这时,由于亮度细节分明,图象的清晰度仍然是高质量的。这就是能够限制色度信号带宽的原因。

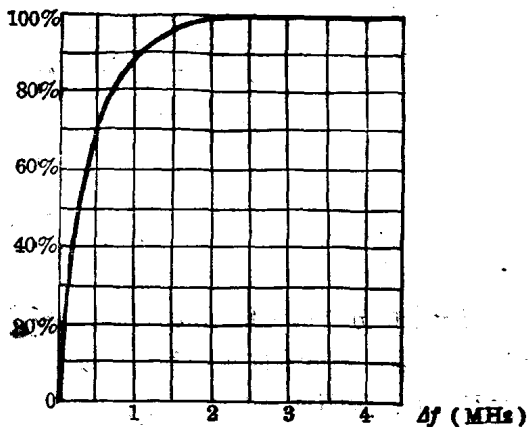


图 1-9 色通道带宽的主观实验曲线

据统计,对于许多视力正常的人,若用 1MHz 带宽传送色度信号,88%的已认为满意,就是说,他们感觉不出图象彩色有突变,而当用 2MHz 传送时,几乎所有参加评论的人都认为满意了。图 1-9 就是这种统计的结果。

我国规定色度信号带宽(单边带宽)是 1.3MHz。

四、频谱交错原理

色度信号的带宽虽然可以限制在不大的范围内,但仅亮度信号本身已占用 6MHz 带宽,所以在节约使用带宽方面还要采取措施使亮度、色度共用 6MHz 带宽。这里可采取象种庄稼用两种作物套种一样,设法将色度信号的频谱插到亮度信号的频谱中间,使色度信号不占用额外的频带。采用这两项措施后,彩色电视信号的带宽就完全和黑白电视一样了。

上面所说的频谱就是电信号的能量按频率的分布。通常在直角坐标系中,横坐标表示频率,纵坐标表示信号幅度,将一个信号中的各频率分量大小表示出来,就是频谱图示法,也就是信号的频域表示法。必须指出,信号的频谱和通道的幅频特性是两个不同的概念。前者是信号本身的属性;后者则是电路(放大器、滤波器等)的特性。要使一个信号通过电路不失真,该电路必须在足够的带宽内具有平坦的幅频特性及线性相频特性。这样才能使信号各频率分量得以保持原来的幅度比例和相位关系。换句话说,信号通过该电路以后,频谱和相位关系没有改变。

对于给定的信号(时域表示)求出其频谱(频域表示)叫做频谱分析。建立信号的时域表示和频域表示之间的联系,基本的方法是傅里叶展开法。

对于一个周期为 T 的方波信号,傅里叶分析表明:

$$E(t) = \frac{4}{\pi} \left(\sin \omega_0 t + \frac{1}{3} \sin 3 \omega_0 t + \frac{1}{5} \sin 5 \omega_0 t + \dots \right) \quad (1-2)$$

其中 $\omega_0 = 2\pi/T$ 。

就是说,周期方波是由 1、3、5……等奇次谐波组成的,如图 1-10a。随着谐波次数的增高,幅度逐渐减少。将此种规律画在图 b 中就是它的频谱。图 a 中的点划线和虚线表示一次谐波(基波)和三次谐波,其幅度分别是 $\frac{4}{\pi} = 1.27$ 和 $\frac{4}{3\pi} = 0.42$,它们构成了方波的主要部分。

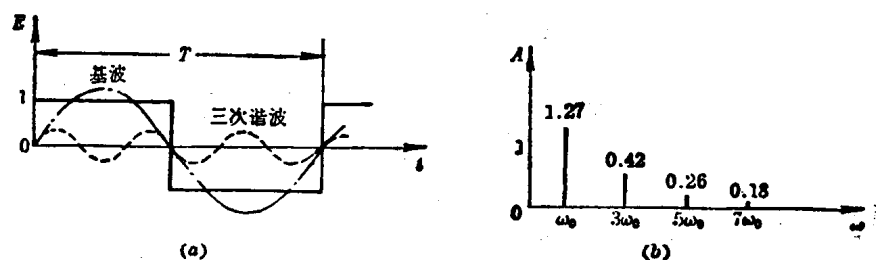


图 1-10 周期方波及其频谱

(a) 信号; (b) 频谱

这是一个由分立的谱线组成的频谱。事实上,所有周期信号的频谱都是分立谱或叫线状谱;而所有非周期信号的频谱都是连续谱。

大家知道,调幅信号的时域表示为

$$E(t) = E_m(1 + M \cos \Omega t) \cos \omega t \quad (1-3)$$

式中: Ω 和 ω 分别是调制信号和载波信号的角频率, E_m 为常数,等于载波振幅; $M = \frac{E_M}{E_m}$ (E_M 为调制信号振幅)叫调幅系数,显然, $M \leq 1$ 。

利用三角公式可将(1-3)式直接展开:

$$E(t) = E_m \cos \omega t + \frac{E_M}{2} \cos(\omega + \Omega)t + \frac{E_M}{2} \cos(\omega - \Omega)t \quad (1-4)$$

上式说明,调幅信号有三种频率成分,即载频 ω , 上边频(带) $\omega + \Omega$, 下边频(带) $\omega - \Omega$ 。

若以载频振幅为 1, 则两个边频(带)的幅度为 $\frac{E_M}{2} \leq \frac{1}{2}$ 。

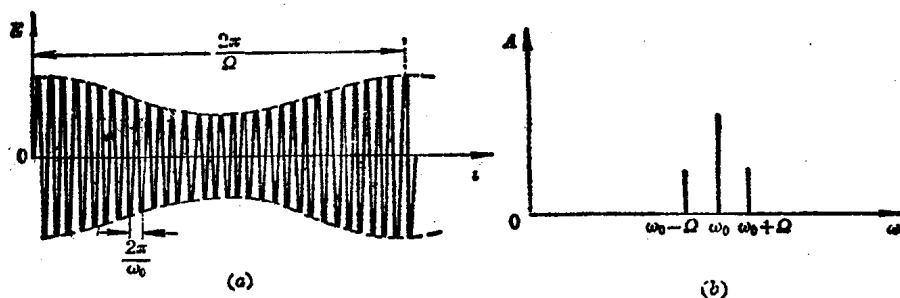


图 1-11 调幅信号及其频谱

(a) 信号; (b) 频谱