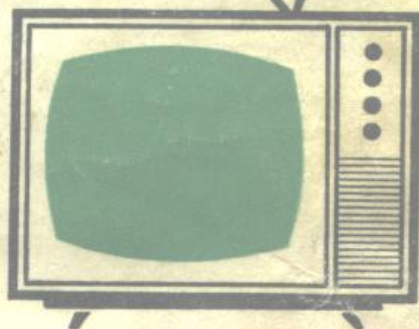
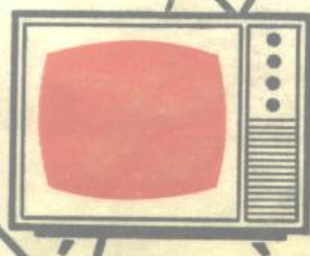




Caise Dianshi Jieshouji Yuanli

彩色电视接收机原理

王明臣编译 · 人民邮电出版社出版

彩色电视接收机原理

王明臣编译

人民邮电出版社

内 容 提 要

本书介绍彩色电视接收机的原理，首先简要地介绍关于颜色的基本知识，因为这是在了解彩色电视原理的过程中必须要掌握的。然后分别介绍PAL制（逐行倒相制）和NTSC制（平衡正交调制制）彩色电视接收机的基本电路和附属电路。所介绍的电路包括使用电子管的和使用晶体管的。

本书可供各大专院校有关专业的工农兵学员和有关工厂的工人和技术人员参考，也可供维修彩色电视接收机人员阅读。

彩 色 电 视 接 收 机 原 理

王明臣编译

人民邮电出版社出版

北京东长安街27号

天津市第一印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

限 国 内 发 行

开本：787×1092 1/32 1977年7月第一版

印张：14 ²⁴/₃₂ 页数236 彩色插页2 1977年7月天津第一次印刷

字数：338千字 印数：1—208,000册

统一书号：15045·总2039—无609

定价：1.20 元

努力辦好廣播為全
中國人民和全世界
人民服務。

毛澤東

目 录

引 论	(1)
第一章 彩色图象的形成过程	(9)
1.1 彩色显象管荧光屏的构造	(9)
1.2 关于色的基本知识	(10)
1.3 色度图的概念	(18)
1.4 彩色显象管色再现与色度图的关系	(21)
1.5 如何用交变电信号来表示彩色图象	(23)
1.6 色信号的传送过程	(27)
1.7 色信号的频谱和调制方式的分析	(35)
1.8 关于色差信号的带宽限制	(53)
1.9 关于色副载波的频率选择	(65)
第二章 彩色电视接收机电路概述	(73)
2.1 高频头电路	(79)
2.2 图象中频放大电路、检波电路及自动增益控制 (AGC) 电路	(82)
2.3 图象(视频)放大电路	(84)
2.4 带通放大电路	(86)
2.5 色解调电路和矩阵变换电路	(87)
2.6 色同步电路	(88)
2.7 消色电路	(89)
2.8 阴罩式彩色显象管和它的附加电路	(91)
2.9 同步电路与偏转电路	(93)

2.10	高压整流电路	(94)
2.11	枕形失真校正电路	(94)
2.12	会聚电路	(96)
2.13	PAL制接收机的特有电路	(97)
第三章	彩色显象管	(102)
3.1	彩色显象管的基本构造	(102)
3.2	电子枪	(104)
3.3	会聚	(107)
3.4	荧光粉	(113)
3.5	阴罩	(115)
3.6	其他型式的彩色显象管	(118)
第四章	彩色显象管的附加电路	(123)
4.1	会聚电路	(123)
4.2	白色平衡调整电路	(133)
4.3	自动消磁电路	(136)
4.4	枕形失真校正电路	(139)
第五章	色信号再生电路	(156)
5.1	色信号再生电路的分析	(156)
5.2	带通放大电路	(160)
5.3	NTSC制色信号解调电路	(166)
5.4	PAL制色信号解调电路	(196)
5.5	矩阵变换电路	(223)

第六章 色同步电路	(229)
6.1 色同步电路分析	(229)
6.2 色副载波振荡电路及其输出电路	(232)
6.3 色同步信号放大电路	(244)
6.4 相位检波(鉴相)电路	(247)
6.5 电抗管电路	(253)
6.6 实际色同步电路举例	(262)
第七章 附属电路与特殊电路	(269)
7.1 自动消色电路	(269)
7.2 自动色度控制(ACC)电路	(280)
7.3 消隐电路和直流恢复电路	(284)
7.4 调谐指示电路	(287)
7.5 自动清晰度控制(ARC)电路	(300)
7.6 图象轮廓校正电路	(304)
第八章 同步电路与偏转电路	(307)
8.1 同步电路	(307)
8.2 彩色电视接收机偏转电路的分析	(315)
8.3 垂直偏转电路	(317)
8.4 水平偏转电路	(334)
8.5 水平输出电路	(349)
8.6 高压电路	(364)
第九章 图象信号传输电路	(378)
9.1 高频头(调谐器)	(378)

9·2	图象中频放大电路	(395)
9·3	图象(视频)检波电路与自动增益控制 (AGC)电路	(407)
9·4	图象(视频)放大电路	(419)

附录

1.	本书用到的各电子管特性表	(443)
2.	彩色电视机常用晶体管(国产)特性表	(456)
3.	本书所用缩写字意义	(462)
4.	不同制式中彩色电视信号的主要特性	(463)

引 论

彩色是人眼对于光波的一种主观反映。大自然中的各种物体由于具有对光波的不同反射和吸收特性，因而呈现出各种不同的颜色。作为用电的方法来传送和复现自然景物的一种方式——彩色电视，它不仅与黑白电视一样传送了物体的明暗变化，而且还传送了物体的颜色差别，或者说它传送了自然景物更多的信息，所以更加富有真实性和感染力，更加生动具体地反映了客观物体的特征，从而进一步扩大了电视的应用领域。

彩色电视的研究几乎是与黑白电视同时开始的，但由于技术水平和物质条件的限制，真正达到可供收看的水平，还是最近十几年的事。彩色电视实现的理论基础是建立在色度学和视觉生理学研究基础上的。色度学中“三基色原理”认为：自然界的一般颜色均可以分解成红、绿、蓝三种基色；相反，利用红、绿、蓝三种基色的不同组合又可以模拟出（仿造出）自然界中的各种不同颜色。这就是彩色电视中进行彩色分解与复现的理论依据。

把自然界的彩色景物分解成红、绿、蓝三种基色的图象，再把三种基色图象转换成不同形式的电信号，通过发射天线由甲地发射出去。在乙地收下这种包含景物颜色信息的电信号。然后再通过一系列的变换，最后把电信号变成相应的三种基色图象，利用混色原理进行混合就可以在乙地重现甲地的彩色景物。以上就是彩色电视传送过程的概括描述。三种基色可以用不同的分解、传送和组合方式，这就构成了不同的彩色电

视系统，通常就叫做彩色电视制式。按信息的传送方式来分类，彩色电视制式大体上可以分为顺序制和同时制两大类。

顺序制是把自然景物分解成红、绿、蓝三基色图象，然后以一定的先后顺序传送出去。在接收端以相同的顺序显示出来，利用人眼的视觉暂留特性就能看到一幅完美的彩色图象。在顺序传送方式中，可以以场为单位，按红、绿、蓝三基色轮流传送；也可以按行为单位轮换传送；当然也可以一个点（象素）轮换传送。因此，又把这种不同的顺序方式分别称为场顺序，行顺序和点顺序制式。

场顺序制的实现措施很简单，可在电视摄影机前和电视接收机前各装一个能同步旋转的具有红、绿、蓝三色滤色片的滤色转盘，当红色滤色片转到摄影机前时，摄影机拍摄的是图象中的红色成分。这时，如果接收端也刚好是红色滤色片旋转到屏幕前，则观众看到的就是一幅红色图象。如此顺序传送红、绿、蓝三种基色图象，当传送速度很快时，三种基色图象就溶合而成为一幅完整的彩色图象。

这种场顺序制是彩色电视技术启蒙时期的一种考虑方案。最先运用三基色原理来分解和复现彩色图象，构成了现代彩色电视的雏型。在五十年代初曾用这种制式进行过电视广播。

当彩色电视问世之初，黑白电视已经有一定程度的普及，所以大量备有黑白电视机的用户希望能收看彩色电视所播送的节目内容。当然，因为黑白电视机不具备色度通道和彩色显象管，故看到的依然是黑白图象。同时，备有彩色电视机的用户，也要求能收看黑白电视节目以丰富节目来源，尽管看到的是黑白图象。这种彩色与黑白的相互收看就叫做彩色电视与黑白电视的“兼容”。

为了使彩色电视与黑白电视实现良好的兼容，不但要求彩

色电视信号中包含有与黑白电视相同的信号内容（相同的水平、垂直同步信号与亮度信号）而且要求彩色电视信号占有与黑白电视信号相同的频带宽度。然而各种顺序制的共同弱点正是不能实现与黑白电视的兼容，或兼容性很差。

以场顺序制而言，为了不产生闪烁，应当每秒钟传送约50组红、绿、蓝图象，即每秒传送150幅图象。这样，场频将为黑白电视的三倍。另外，由于场频提高到三倍，如果每场的象素数（决定清晰度）与黑白电视相同，则所需要频带宽度就等于黑白电视的三倍。由于上述等原因，场顺序制不能与黑白电视实现兼容。因此，在广播电视中它逐步让位于同时传送制。不过，由于顺序制具有结构简单，彩色逼真等特点，所以在工业电视中尚具有一定的地位。

各种同时制均以与黑白电视能够兼容为其第一特征，目前世界绝大多数国家也都采用同时制。

为了满足兼容的要求，首先要压缩色信号的带宽，这就推动人们一方面去寻求压缩频带的方法，另一方面去深入研究人眼的彩色视觉特性。通过大量的实验证明，人眼对亮度细节的分辨力远高于对颜色细节的分辨力，而且对不同颜色的分辨力也有所不同。因此，当传送彩色图象时，如果象顺序制那样把三幅彩色图象的全部信息用相等的带宽传送，显然是多余的，因为人眼本来对那些细小的颜色差别是分辨不出来的。所以，为了达到兼容的目的，从压缩频带的要求出发，可以把景物的明暗细节（亮度信号）用宽频带高清晰度方式传送，而对景物的颜色差别（色信号）用窄频带低清晰度方式传送，这叫做“大面积着色方式”。这就象在一张清晰的黑白照片上大块、大块的着色一样，尽管没有把细小的颜色差别表示出来，然而我们仍能看到一幅比较满意的彩色图象。如果把景物的明暗细

节（亮度信号）以6MHz的带宽，而把颜色差别通过一系列变换（矩阵变换）形成两个色信号并以1MHz的带宽来传送，这就可以把原来三个6MHz共18MHz的带宽压缩到8MHz。用亮度信号高频部分来传送明暗细节变化，再在接收端把相同的高频信号分给红、绿、蓝三种色信号来形成彩色图象，这叫做“高频混合原理”。这正是利用人眼的色视觉特性来节约频带的有效措施。

为了与黑白电视实现良好的兼容，还要满足彩色电视占有与黑白电视相同的带宽。这就需要进一步想办法把上述两个色信号（窄频带的）与亮度信号合在一起，并尽可能减少相互之间的干扰。通过对黑白电视信号的频谱结构进一步分析和研究证明，黑白电视的频谱分布是不连续的，而是以行频谐波为中心，两边分布有场频谐波分量的谐波群。每两个谐波群之间存在有空隙，而且频率越高空隙越大。这就使我们有可能把两个色信号以某种方式安插在这些空隙中来传送。这种方法称为“频谱间置”。利用频谱间置又可以把8MHz的带宽压缩到与黑白电视相同的6MHz带宽之内。

高频混合原理和频谱间置方式，构成了现代各种同时制彩色电视的共同基础。但是，怎样实现把两个色信号插入亮度信号之中，并与亮度信号互不干扰，或者说怎样来传送两个色信号，则成为各种同时制的主要区别所在。

目前，世界上广泛采用的同时制有“平衡正交调制”（NTSC）制、“顺序—同时”（SECAM）制和逐行倒相（PAL）制三种。此外，还有一些其他同时制，但未普及。

NTSC制是第一个正式用于彩色电视广播的兼容性同时制。在NTSC制中采用了频谱间置技术，它利用一个副载波把代表颜色的两个色信号插在亮度信号的空隙中同时传送。为了

使三个信号互不干扰，又采用了“平衡正交调制”技术。在接收端利用“同步检波”方式解出两个色信号。

平衡正交调制和同步检波虽然实现了在一个副载波上同时传送两个色信号之目的，但也带来了不稳定的因素。因为，如果两个已调色信号的相位关系发生变化（相位畸变），就会发生串色，或者说颜色失真。NTSC制的主要优点是接收机较简单（与之后的SECAM制、PAL制相比），而主要缺点是颜色稳定度差。为保证颜色稳定，就必须对发射机及中间传送设备（如微波传输线路，录象机等）提出更高的要求。

SECAM制是针对NTSC制的缺点加以改进的一种方案。

从原理上分析，在NTSC制中利用人眼对色细节分辨力低于明暗细节分辨力的特点，对色信号的带宽实现了大幅度的压缩，这时尽管水平彩色分解力有所降低，但并不影响人眼所看到的彩色图象质量。然而，因为它是逐行的传送彩色信息，所以其垂直分解力并没有改变。这不仅使彩色的垂直分解力高于水平分解力，而更重要的是由于在一个频带里同时传送三个信号（一个亮度信号、两个色信号），就必然存在信号之间相互影响的可能性，因而容易产生颜色失真。SECAM制正是从保持垂直和水平彩色分解力之间的正确关系的前题下，索性每行只传送一个色信号（逐行轮流传送两个色信号）。因为每行只传一个色信号，当然就克服了两个色信号互串的危险。不过在接收端必须每行同时有两个色信号与亮度信号混合才能重现原来的彩色，这可以把前一行所传的另一个色信号贮存一行时间再取出来加以利用。SECAM制全名的意思是“顺序贮存与记忆”，这正是反映了它的这种特征。虽然是由相继两行的两个色信号来合成彩色，但根据上述大面积着色原理，相继两行间色信号可视为大致相同，所以由不是一行的两个色信号复合时

对彩色质量并无显著影响。从两个色信号传送方式上看，是先后轮流传送的，而亮度信号与色度信号又是同时传送的。为此，又把这种制式叫做“顺序——同时制”。

另外，由于SECAM制是每行只传送一个色信号，也就是说，色副载波在任何时间内只有一个色信号调制，因此不必要采用象NTSC制中的所谓平衡正交调制。这就可以克服正交调制带来的各种弊病而获得简单调制的一切优点。例如，实行调幅时则无需担心寄生调相；而实行调频时则副载波的振幅变化又是完全可以克服的。为了提高信号的抗干扰能力，在SECAM制中色信号是对副载波进行调频的。

在SECAM制中，为了把信号延迟一行时间（在行频为15625赫时约为 $64\mu\text{S}$ ），显然用一般的集中参数或分布参数延迟线是难以实现的。通常使用特制的玻璃超声延迟线。例如，第 n 行时传的色信号为 A ，第 $(n+1)$ 行传色信号 B 。当第 $(n+1)$ 行开始时，色信号 B 开始传送，同时经过延迟一行的色信号 A 也从延迟线中取出来，这两个色信号合在一起再与亮度信号相加就能形成完整的彩色信号。

实验表明，SECAM制由于解决了串色问题，颜色稳定性比NTSC制要好些，而且对微波传输线路、磁带录象机等的要求也较低，这是其优点。但在接收机中要用一条延迟线，比起NTSC制复杂些。

PAL制是另一种广为采用的同时制，也是对NTSC制的一种改进。

PAL制的原意是“逐行倒相”。虽然它与SECAM制同样都是对NTSC制的一种改进，然而它走的是另一条途径。它与NTSC制一样都采用平衡正交调制，同时传送两个色信号。不同之处仅在于，它把其中一个色信号（通常是 $R-Y$ 信号或 V

信号)的极性每一行倒一下。这样,如果由于相位不准,若第 n 行是正的相移,则第 $(n+1)$ 行是与之大小近似相等的负向相移。如果用延迟线(在标准PAL制接收机中)把两行加以平均,或直接利用人眼的视觉平均(在简单PAL制接收机中),就可以相互抵消。可见,从原理上看,它采用的不是象SECAM制那样从少传一个色信号来防止串色,而是从积极方面去设法抵消这种串色。

PAL制与NTSC制相比,颜色稳定度有一定的提高,在山区或城市高大建筑物较多,电波反射较复杂的条件下,对颜色稳定性影响不显著,这是其主要优点。但是在标准PAL制接收机中除了采用比SECAM制要求精度更高的延迟线之外,还应附加有为把逐行倒相的色信号准确复原的电子开关及脉冲形成电路等,故对接收机来说,结构也更复杂些。

上述三种主要的同时制的优劣,目前还不能定论,各有其长处,也各有其缺点。从技术质量上看,水平也相差无几,没有显著的高低之别。实践也证明,在正常收看条件下,三种制式都可以显示出良好的图象质量。然而还不能认为这些制式已尽善尽美,随着无线电技术的迅速发展,大规模集成电路,斗链电路以及无线电新器件的不断出现,在这些基础上会进一步促进彩色电视技术的不断发展,从而创造出更新的,质量更高的,工作更稳定的制式来。

彩色电视接收机是彩色电视的重要组成部分。它的任务是:把由天线接收下来的含有彩色图象信息的无线电波,通过一系列的变换过程,还原成三基色的图象信号,最后以光的形式重现原来的彩色图象。关于图象的显示方式有许多种,如激光大屏幕、油膜光阀大屏幕、液晶显示、三色小投影显示等。这些显示方式屏幕比较大,设备也比较复杂,价钱昂贵,适合

于集体收看的场合。而一般家庭用户或观众不多的场合下使用的彩色电视机，则是采用安有三色显象管的所谓直视式彩色接收机。这种接收机除了具有色度通道和三色显象管之外，基本上与黑白电视机相同，各部分电路工作原理也大致一样。

彩色电视接收机与彩色电视制式有密切的关系，某一制式的彩色电视信号只能用与该制式相应的接收机来接收。不过，整个电视接收机中真正与制式有关的部分所占的比重并不大，只有一块通常称为“解码器”（用于把色信号从合成信号中分解出来的电路）与制式有关，其他绝大部分则是相同的。而且，目前有些彩色接收机中，为了适应多种制式的接收，在接收机中装有两种或三种制式部件，只要变动一下制式转换开关，就可以适应于另一种制式的接收。

本书主要介绍采用三色显象管的直视式彩色电视接收机。为了给出一个系统的概念，在简单介绍色度学原理的基础上，分析了NTSC和PAL两种同时制的色信号形成过程，然后介绍彩色电视接收机的各部分电路组成及其工作原理。

第一章 彩色图象的形成过程

1.1 彩色显象管荧光屏的构造

晚上，当你打开彩色电视机，在荧光屏上会呈现出各种美观逼真的彩色图象。而这种彩色是如何形成的呢？要揭开这一秘密，就让我们先从彩色显象管荧光屏的构造谈起。

现在，我们先看一看图1—1，图中画出荧光屏上的彩色图象：在桌子上放有一只白色的盘子，在盘中盛着香蕉、苹果、紫葡萄；另外，在青色的瓶子中插着两朵带绿叶的花；旁边还放着一个蓝色的墨水瓶。我们如果用放大镜来对上述彩色图象的每种彩色部分仔细地进行观察，就会发现：

（1）盛水果的白色盘子，应当是白色的部分，却由分别呈现红、绿、蓝的三种发光小点组合而成。

（2）香蕉的黄色部分，只有红和绿两种发光小点组成，而看去却呈现出黄色。

（3）花瓶的青色部分，只有蓝和绿两种发光小点组成，而看去却呈现出青色。

（4）绿色的叶子部分，只有绿色的小点发光。

（5）葡萄的紫色部分，只有红和蓝两种发光小点组成，而看去却呈现出紫色。

（6）苹果的红色部分，只有一种红色小点发光。

（7）墨水瓶的蓝色部分，只有一种蓝色小点发光。

那么，当用彩色电视机来接收黑白图象时，荧光屏上会呈