



彩色电视

上 編

國防工業出版社

彩色电视

(上 編)

国外电子技术编辑部編譯

国防工业出版社

1969

內 容 簡 介

本书共分上下两編。

上編收入十六篇文章，簡要地敘述了彩色电视的发展历史，介紹了目前国外各种彩色电视制度，并进行了分析比較。

本书可供从事电视设备生产、研究的工人、技術人員参考。

彩 色 电 视

国防工业出版社 出版

北京市书刊出版业营业登记证出字第 074 号

新华书店北京发行所发行 各地新华书店經售

北京第二新华印刷厂印装

850×1168 $\frac{1}{32}$ 印张 6 $\frac{7}{16}$ 160 千字

1969 年10月第一版 1969 年10月第一次印刷 印数：0,001—5,000册

統一书号：15034·1204 定价：0.90 元

序 言

偉大領袖毛主席教導我們：“努力办好广播，为全中国人民和全世界人民服务。”我国的电视广播是无产阶级专政的重要工具之一，它的中心任务是宣传战无不胜的毛泽东思想，传达无产阶级司令部的战斗号令。广大革命群众迫切要求通过电视亲切地看到偉大領袖毛主席的光輝形象；及时地看到全国人民在以毛主席为首、林副主席为副的党中央的正确领导下，进行社会主义革命和社会主义建设的偉大成就。因此，努力发展电视事业是无产阶级政治的需要，是广大工农兵群众的需要。

以毛主席为首、林副主席为副的党中央十分关心我国电视事业的发展。可是，多年来在电视发展方向和为谁服务的问题上，两个阶级、两条道路、两条路线的斗争是尖锐复杂的。以叛徒、内奸、工贼刘少奇为首的一小撮死不悔改的走资派，瘋狂反对宣传毛泽东思想，反对电视为无产阶级政治服务，阴谋把电视变成资本主义复辟的工具。在电视技术的发展上推行一整套“买办洋奴哲学”、“爬行主义”，反对独立自主、自力更生的偉大方針。偉大領袖毛主席亲自领导和发动的无产阶级文化大革命，彻底摧垮了以刘少奇为首的资产阶级司令部，把电视宣传大权夺回到无产阶级手里。我们一定要更高地举起毛泽东思想偉大紅旗，深入持久地开展革命大批判，努力办好电视广播，为全中国人民和全世界人民服务。

彩色电视是当前电视技术的主要发展方向之一。为了帮助讀者了解有关这方面的情况，遵照毛主席洋为中用的教导，我們編譯了《彩色电视》这本书，供大家参考。本书分为上下两編：上編主要介绍目前国外的彩色电视制度以及这些制度的相互比較；

下編主要介紹具體的設備和器件。

偉大領袖毛主席教導我們：“在現在世界上，一切文化或文學藝術都是屬於一定的階級，屬於一定的政治路線的。”在帝、修、反國家中，彩色電視完全是為資產階級及其反動政治服務的，這一點最鮮明地表現在彩色電視制度的選擇上。他們把對彩色電視制度的選擇做為壟斷資本集團和特權階層獲取高額利潤，進行國際政治交易的一種手段。我們的社會主義制度具有無比的優越性，在我們國家里技術是為無產階級政治服務的，我國彩色電視制度的選擇，完全是從社會主義革命和社會主義建設事業的需要及廣大工農兵群眾的利益出發的。

毛主席教導我們：“中國人民有志氣，有能力，一定要在不遠的將來，趕上和超過世界先進水平。”我們一定要有無產階級的雄心壯志，敢於走前人沒有走過的道路、敢於攀登前人沒有攀登過的高峰，高舉毛澤東思想偉大紅旗，執行毛主席的無產階級革命路線，堅持獨立自主、自力更生的方針，破除迷信，解放思想，發動群眾，依靠群眾，創造出自己的圖像質量好、彩色穩定，接收機結構簡單、使用方便，深受廣大工農兵歡迎的彩色電視。

由於我們的毛澤東思想學得不好，業務水平不高，在編譯工作中可能有不少缺點錯誤，希讀者批評指正。

編譯者

一九六九年十月

目 录

上 篇

1. 彩色电视簡史	7
2. 彩色电视的各种制度	11
3. 兼容制彩色电视信号的傳送原理	31
4. 場順序制彩色电视	46
5. 全电子式場順序制閉路彩色电视系統	55
6. 弗朗斯制彩色电视系統	66
7. SECAM II A 的簡要說明	81
8. SECAM 制的編碼器和解碼器	86
9. PAL 制彩色电视系統	96
10. PAL 制彩色电视的調制和解調基本原理	116
11. NTSC、SECAM 和PAL 三种彩色 电视制度的比較	144
12. NTSC、SECAM 和 PAL 三种彩色电视 制度的特点对电视操作条件的影响	158
13. 彩色电视制度的选择	165
14. 三种彩色电视制度的比較	172
15. 利用二基色理論的彩色图像重显法	175
16. 彩色电视的动向	188

彩色电视簡史●

彩色电视的历史并不很长，如果从世界上首次进行公开实验那一年（1928年7月）算起，至今也不过才四十多年。1940年以前都是用机械式的彩色电视，只是到1940年以后，才用电子式彩色电视。

1940年美国哥伦比亚广播公司（CBS）的P.C. Goldmark研究出一种场顺序制彩色电视系统。这个系统的摄像和接收都使用三基色滤色镜圆盘，扫描制度为343行，120场，每秒的彩色图像为20帧，采用隔行扫描。当时主要用来传送彩色电视电影，可以得到高清晰度彩色图像。但存在闪烁问题，而且，分解力还达不到十分满意。

1941年因爆发第二次世界大战，彩色电视的实际工作中止。

战后，1945年美国重新开展彩色电视研究工作。1946年，哥伦比亚广播公司再次提出场顺序制彩色电视系统。其扫描制度为525行，144场，带宽12兆赫。

大约与此同时，美国无线电公司（RCA）发表一种525行，60场同时制彩色电视系统。这个制度的红色和绿色信号的視頻带宽为4兆赫，蓝色信号为2兆赫，都是采用残留边带方式传送。因此，所需的带宽为14.5兆赫。1946年10月在实验室实验，1947年1月进行实际试验。

在这时期，美国的电视有所发展，到1949年，已有107座电视台，因而频率十分拥挤。甚高频（VHF）的12个频段已被黑白电视台占满，还不够用，必须把预定分配给彩色电视用的超高

● 本文据《カラーテレビジョン》（日本放送技術編）《Color Television Standard NTSC》等书及其它文章編譯而成。——編譯者

頻 (UHF) 頻段分配給黑白電視。這樣, 採用 12 兆赫或 14.5 兆赫帶寬來傳送彩色電視是不可能的。所以, 1949 年 7 月, 美帝聯邦通訊委員會發布公告, 提出要求用 6 兆赫帶寬解決彩色電視的傳送問題。

這時, Goldmark 把場順序制彩色電視系統用於工業電視, 公開實驗, 所用掃描制度為 405 行, 144 場, 用 6 兆赫帶寬傳送。這次實驗, 圖像閃爍少了, 分解力也很強。看到的人都認為它的圖像好, 彩色逼真度高。這就是 CBS 制。

與此同時, RCA 提出了根據混合高頻原理研究成功的點順序制彩色電視系統。彩色電視公司 (Color Television incorporated) 提出了行順序制彩色電視系統, 並公開試驗。這兩種制度都可以與黑白電視兼容, 即每秒 60 場, 每幀 525 行。此外, 還有許多公司也在研究不同的彩色電視制度, 如 Philco 公司研究在黑白信號上重疊色度信號的制度, GE 及 Hazeltine 也在研究兼容的彩色電視制度。

1949 年 9 月末起, 美帝聯邦通訊委員會對上述三種制度正式組織了一次審查評比, 從圖像質量、彩色逼真度、工作穩定性和設備的複雜性等各方面進行了比較, 並對靜物, 人物等作了各種攝像試驗。結果, CBS 制取得優異的成績。所以, 1950 年 10 月, 聯邦通訊委員會正式決定採用 CBS 制作為美國彩色電視廣播的標準制度。

1950 年 11 月中旬, 哥倫比亞廣播公司開始彩色電視試驗廣播。從 1951 年 6 月起, CBS 制作為彩色電視標準制度在紐約正式開始廣播。但是, 這種制度遭到極為激烈的反對。以 RCA 為代表的“工業界”對它進行了抵制。他們指出, CBS 制有如下缺點: 第一, 和黑白電視不能兼容, 即黑白電視機不能直接接收 CBS 信號; 第二, 這個制度雖然能用與黑白電視相同的帶寬, 但因場數多, 所以, 分解力比黑白電視低, 只達 $60/144 = 41.6\%$; 第三, 不出現閃爍現象的最高容許亮度較低; 第四, 由於受到濾

色盘的限制，接收机屏幕尺寸不能做大；第五，由于場数与电源頻率不同，因此，要求电源严格隔离。在这些問題中，最主要的是不能兼容。因为在美国彩色电视是为资产阶级的利益服务的，如果不能兼容就会丧失大量的黑白电视机观众，因而使资本家丧失利潤。所以，1950年11月美国“工业界”即大资本集团组成的国家电视制度委员会（NTSC）专门成立一个“彩色电视特别委员会”，其任务就是要研究出一种“兼容”的彩色电视制度。由于受到这种抵制，CBS彩色电视广播于1951年10月被迫停止广播。

经过三年，“彩色电视特别委员会”在RCA的点顺序制基础上，研制成了NTSC制彩色电视系统。1953年11月，NTSC制被定为美国彩色电视的标准制度，1954年1月正式开始广播。

在1950年前后，日本、苏联也曾进行CBS制的研究、试验。日本在美国NTSC制出现以后，就立即开办了这个制度的彩色电视试验广播。苏联在1954年开始用CBS制作试播，到1955年10月，认为这种制度由于需要频带太宽，频率分配有困难，又不能与黑白电视兼容，所以，决定放弃。从1956年起开始采用NTSC制，并于1959年再度开始试播。

NTSC制为了做到与黑白电视兼容，在技术上采取了許多措施：比较深入地研究了色度学和人眼特性，发现了人眼对细节的彩色分辨不出的特点，创造了“混合高频”的方法，以压缩彩色电视需要传送的信息量；利用矩阵原理，把信息进行编码，组成一个亮度信号和两个色度信号；采用正交平衡调制方法，把两个色度信号组合在一起；利用频率交错原理，把色度信号编入亮度信号中，形成一个与黑白兼容的信号。

可以说，NTSC制为兼容制彩色电视开辟了途径。但是，它也存在很大缺陷，主要是：彩色不稳定，设备复杂，接收机使用困难，价格也太贵。所以，虽然美、日等国相继采用了NTSC制，但就全世界范围来看，它并未被完全接受。就是在美国，在

最初的几年里，彩色电视接收机的普及也很慢。所以，西德、法国、英国、荷兰等国仍不肯采用 NTSC 制开办彩色电视，而纷纷在寻找新的制度。

到二十世纪五十年代末至六十年代初，提出来的新制度有不少种，比较成熟的有两种，一是西德的 PAL 制，一是法国的 SECAM 制。但是，这两种制度和 NTSC 制比较起来，技术上虽互有长短，但并没有解决 NTSC 制存在的问题，所以，没有哪一种制度是特别优越的。

欧洲一些国家曾企图采用统一的制度，并于 1964 年、1965 年及 1966 年连续开会讨论。但由于对这三种制度的选择，主要并不是技术因素，而是政治因素，因此，根本不可能取得一致的意见。

目前，三种制度的采用实际上反映了当前各帝国主义国家之间政治势力范围的划分。

从 1967 年起，各国纷纷按照自己选择的制度开始彩色电视广播。看来，在一定时间内，统一的彩色电视制度是不能实现的。各帝国主义国家（包括苏修社会帝国主义）之间的勾心斗角，互相倾轧，在选择彩色电视制度的问题上也充分暴露出来。

此外，各国的广播电视虽然采用的都是兼容制，但在工业、军事以及医疗、教育等方面，却都采用顺序制。因为，这种制度的图像质量好，设备简单、稳定，价格又便宜。

值得注意的是，美帝在向月球发射的阿波罗宇宙飞船中所用的彩色电视制度，也采用了顺序制。

另有消息报导，以色列研制出一种非兼容行顺序的彩色电视制度。据说，这种制度的接收机简单，几乎与黑白接收机一样，价格只比黑白的贵 15%，而且维护与调整也方便。

由此可见，彩色电视技术现在还远远没有达到成熟的地步。

彩色电视的各种制度●

黑白电视的特征，主要取决于信道频带宽度、场数、扫描行数以及隔行扫描方式。而在彩色电视中，除此而外还有许多因素。在各种彩色电视制度中，仅在摄像机的摄像方式以及显像方式方面比较特殊，而信号传输系统不怎么特殊。● 本文就彩色电视各种制度的一些特点进行了研究。当然，对每一种制度来说，有它所适合的播送接收系统。然而，这并不意味着这之间一定有不可分割的关系。即便是用同时制的摄像机输出信号，只要采用适当的扫描标准，就能变为场顺序制信号播送出去。因此，这里主要是对广播中比较特殊的播送接收系统加以讨论。

下面要叙述的彩色电视的原理，主要是根据三基色学说的色度学理论。不过，也有像英国的独立电视公司 (Independent TVCo) 在 1956 年广播的那样，应用贝康 (Benkam) 陀螺原理的。日本也在关东地方的 NET 和关西地方的 KTV 中，利用特殊的视觉作用，广播彩色图片，但尚未公开发表。这些方法，都不是按上述的色度学理论作成的，所以，在此不作为讨论对象。二基色法也同样，即使被用在彩色电视上，但因不符合色度学理论，所以，也不作讨论。

本文根据上面所述的两个原则，将对那些目前已提出的方案和付诸使用的彩色电视制度加以分类，并就技术方面进行比较和讨论。

-
- カラー・テレビの諸方式，NHK 技術研究所，駒井×二，テレビジョン学会雑誌，1960，4，p22~30。
 - 此处摄像机的“摄像方式”应理解为包括编码在内的复合彩色信号的全部形成过程；显像方式应理解为包括解码在内的过程；传输系统应理解为对复合信号的传输过程。——編譯者

同时制彩色电视

1. NTSC 制

作为同时制的代表，有美国的标准制度——NTSC 制以及它的变种。在这个制度中，为使摄像机摄得的三基色信号传送到显像管，考虑了电视信号特点，而采用了特殊的多工方式。其特点主要有如下几点：

- (1) 把三个基色信号变换为亮度信号和色度信号；
- (2) 亮度信号的频带较宽，色度信号的频带宽度则较窄；
- (3) 使两个色度信号在摄取白色景物情况下为零；

(4) 用两个色度信号去对一个副载波进行正交调制，在接收端利用同步检波的方法，分离并检出两个色度信号；

(5) 两个色度信号之一是相应于视力对其变化较敏感的色度信号，另一是相应于其它色度的信号，前者频带比后者宽；

(6) 使副载波频率为行频或者帧频的 $1/2$ 奇数倍，使色度副载波信号频谱和亮度信号频谱相互交错。

由于欧洲各国的扫描标准和美国的这种标准不一样，所以，各国分别作了相应的改变并进行了实验。

NTSC 制采用 525 行、60 场，其详细情况众所皆知，在此省略。

英国采用 405 行、50 场。因此对以下三种副载波和 I 、 Q 讯道宽度进行了实验：

2.8096875 兆赫	$I: 1.0$ 兆赫, $Q: 0.22$ 兆赫
2.657812 兆赫 (通称 2.66 兆赫)	$I: 1.0$ 兆赫, $Q: 0.34$ 兆赫
2.5059375 兆赫	$I: 1.0$ 兆赫, $Q: 0.46$ 兆赫

结果认为 2.66 兆赫的最好。

在 625 行、50 场标准中，大体上有两种方式。在苏联及东欧，其讯道宽度标准是 8 兆赫。西欧一些国家则采用 7 兆赫。在两种标准中，副载波频率都取为 4.4296875 兆赫 (通称 4.43 兆赫)，

以便相互之間交換節目。可是，在這兩者之間信號構成上是有差別的。若以信號方程式表示，那麼按西歐的標準，其視頻信號與 NTSC 制一樣，都是

$$E_M = E'_Y + \frac{1}{1.14} (E'_R - E'_Y) \cos \omega t \\ + \frac{1}{2.03} (E'_B - E'_Y) \sin \omega t$$

而按東歐的標準，則為

$$E_M = E'_Y + (E'_R - E'_Y) \cos \omega t \\ + \frac{1}{2.7} (E'_B - E'_Y) \sin \omega t$$

比較這兩個方程式，可以看出東歐的標準與 NTSC 制的標準相比，在播送端藍色差信號電平低，因此在接收端須加放大，結果使其信噪比相應地變壞。但對紅的色差信號而言，這種關係恰好相反，所以難以判斷到底哪一種制度優越。

在 NTSC 制和西歐的標準中，都以光源 C 作為白色的標準，而在東歐的制度中，卻把光源 B 作為白色的標準。因此，亮度信號也隨着不同，如下式所示。

$$E'_Y = 0.834E'_R + 0.585E'_G + 0.081E'_B$$

其色度信號頻帶寬度不論是 R - Y，還是 B - Y 均為 1.57 兆赫。按這個標準實際作出實驗的國家僅有蘇聯。在西歐標準中，訊道寬度比東歐窄 1 兆赫，因此色度信號採用 I、Q 方式，帶寬分別為 1.3 兆赫和 0.5 兆赫。對這種制度，歐洲各國已作了實驗（詳見表 1）。特別是荷蘭，把它和後面將要敘述的雙副載波制（TSC）進行了比較實驗，結果報告說它比 TSC 制優越。

在法國，對下面要敘述的 819 行標準和西歐的一般標準以及弗朗斯制、雙信息制、瓦林西制之間作了比較，但看來尚未得到結論。

法國為在它的 819 行、50 場標準中採用 NTSC 制，副載波頻率為 7.95 兆赫，色度信號採用 R - Y，B - Y，帶寬均為 2.35

兆赫。各国的实验情况，如表 1 所示。

表 1 按照 NTSC 制的各国实验情况

扫描行数	405	525	625		819
场数	50	60	50		50
讯道宽度	5MC	6MC	7MC	8MC	12MC
亮度信号带宽	3MC	4MC	5MC	6MC	10MC
色差信号带宽	I, 1.0MC	I, 1.5MC	I, 1.3MC	R-Y, 1.6	R-Y, 2.35MC
	Q, 0.34MC	Q, 0.5MC	Q, 0.5MC	B-Y, 1.6	B-Y, 2.35MC
副载波频率 f_s	2.66 MC	3.58 MC	4.43MC	4.43MC	7.65MC
实施或者实验国家	英国(讯道 I、I)	美国、日本	英国(讯道 IV、V)、荷兰、西德、瑞士、瑞典、澳大利亚、丹麦、法国	苏联、捷克、波兰、罗马尼亚	法国
备 注	●英国起初对 $f_s=2.8$, $Q, 0.22$ $f_s=2.5$, $Q, 0.46$ 系统作过实验		●德国对 $f_s=4.21$ MC 作过实验 ●瑞士、荷兰对 $f_s=4.10$ MC 作过实验 ●荷兰对 I、Q 带宽为 0.9 MC 作过实验 ●法国尚未决定按此标准还是 819 行，或者按其它标准		
				●波兰、罗马尼亚正在实验中	

2. NTSC 制的变种

可以利用 NTSC 制技术上的一些特长，同时改变它的某些部分。上述东欧标准的信号方程式，也是其中一例。若是更进一步进行改变，那么

$$E_M = E_Y' + \frac{1}{a} (E_R' - E_Y') \cos(\omega t + \varphi_a) \\ + \frac{1}{b} (E_R' - E_Y') \sin(\omega t + \varphi_b)$$

在日本也进行了这样的研究工作，即在信号方程式中，任意連續改变 a 、 b 、 φ_a 以及 φ_b ，以求出最佳值。

NTSC 制，在图像的播送端采用了灰度校正的方法。因此，重显图像的亮度，不仅受亮度信号，而且还受色度信号的控制。所以，就有了以下缺点：

(1) 破坏了亮度恒定原理，所以，色度信道的杂波会使图像的亮度发生变化；

(2) 饱和度和高的颜色，其图像细节的分解力差；

(3) 饱和度和高的补色，其副载波相位失真对色彩变化上带来的影响大。

校正这些缺点的方法有很多种，但设备复杂，所以，并不实用。这些方法可以归纳为如下三种类型。

(1) 第一种方法是，在接收机上未加任何改变，但在图像播送端对信号预先进行校正。图 1 为采用这种方法的播送设备。图的上部部分就是一般的彩色编码器，而下面的虚线部分为校正信号产生器。在这里面，设有接收机和显像管的等效电路，产生出相当于显像面上的亮度信号 E_{YR} 和正确的亮度信号 E_Y 。由二者之差 $\Delta = E_Y - E_{YR}$ ，取得校正信号。这种校正信号 Δ/E_Y' 通过如图所示的加法器，把它加到

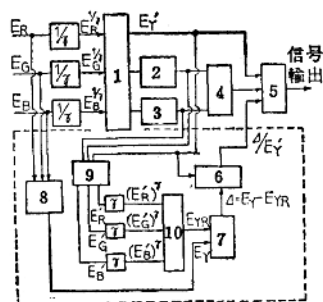


图 1 亮度校正法 (1)

1—矩阵；2— $1/2$ 滤波器；3— Q 滤波器；4—调制；5—混合器；6—除法器；7—减法器；8—矩阵；9—彩色解码器；10—矩阵。

NTSC 信号上。

这种方法，即便是饱和度高的彩色，也可以在彩色电视接收机上重现细节，但在黑白接收机中图像却稍有畸变，仿佛信号稍微微分。

(2) 第二种方法，如图 2 (a) 所示，是一种用 $E_Y^{1/2}$ 作为亮度信号进行传输的系统。相应的接收电路示于图 2 (b)。在这种接收机中，虽然弥补了前面所述的缺点，但在 NTSC 制接收机中，高饱和度彩色的饱和度下降，大面积亮度增加，丧失亮度信号的细节。可是在黑白接收机上却能重现正确的图像。

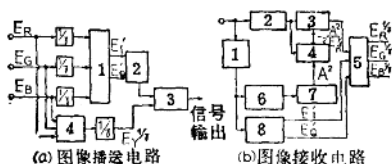


图 2 亮度校正法 (2)

- 1—矩阵；2—调制；
3—混合器；4—矩阵。

- 1—频带宽度放大；2—Y
放大；3—加法器；4—除
法器；5—矩阵；6—副载
波放大；7—平方电桥；
8—I、Q解调器。

(3) 把 NTSC 制的色度信号 I 、 Q 当作是 (色度信号) $\times$ (亮度信号)。于是在这一方法中把 NTSC 色度信号用亮度信号来除，作为新的色度信号。如图 3 所示，未经灰度校正的三基色信号产生 E_Y 、 E_I 、 E_Q 信号，由 E_I 、 E_Q 通过调制器产生色度副载波分量 E_C ，而这个分量 E_C 用 E_Y 来除，得到新的色度信号。再使 E_Y 信号经灰度校正。经灰度校

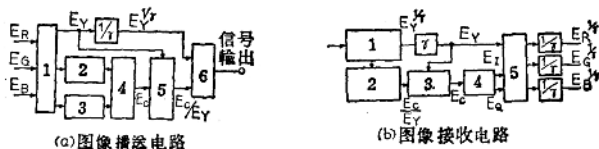


图 3 亮度校正法 (3)

- 1—矩阵；2—I 滤波器；3—Q 滤波器；
4—调制器；5—除法电路；6—混合器。

- 1—副载波陷波电路；2—副载波放大；
3—乘法电路；4—同步检波；5—矩阵。