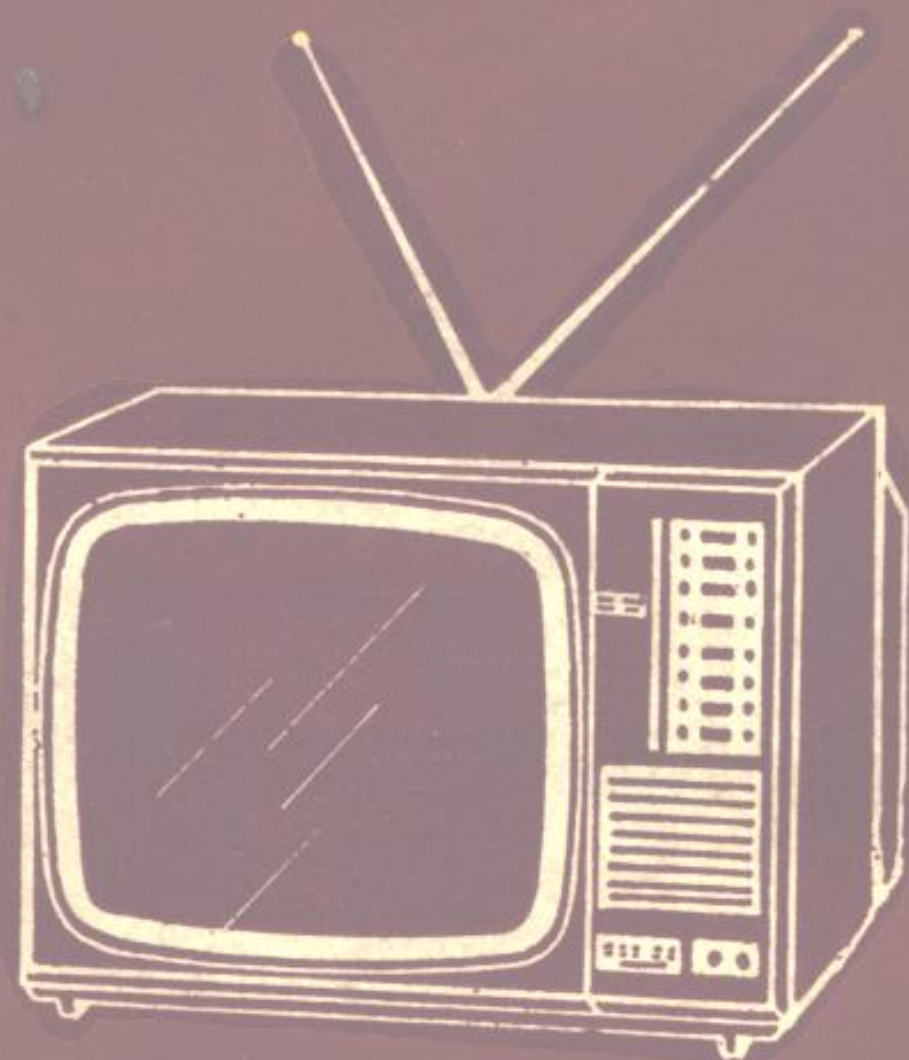


彩色

电视基础教程

[美] 斯坦·普伦蒂斯



科学技术文献出版社重庆分社

一九八二年六月

73.462472
595

彩色电视基础教程

Basic Color Television Course

〔美〕斯坦·普伦蒂斯 著

侯为贵 王毅 译

席秉钧 郑鸿飞 校

54522/24

科学技术文献出版社重庆分社

1967.12

一九六七年十二月



彩色电视基础教程

〔美〕斯坦·普伦蒂斯 著

侯为贵 王毅 译

席秉钧 郑鸿飞 校

科学技术文献出版社重庆分社 出版

重庆市图书馆学会 发行

重庆渝计印刷厂 印刷

※

开本：787×1092毫米1/16 印张：18.25 字数：45万

1982年6月第一版 1982年6月第一次印刷

印数：13000

定价：2.45元(含邮挂费0.20元)

书号：15176.522



出 版 说 明

这是一本通俗的中级彩色电视基础教材，译自美国斯坦·普伦蒂斯所著《Basic Color Television Course》一书。全书共十六章。第一章介绍完整的彩色电视系统；第二章到第十三章详细介绍彩色电视各个部分的结构和原理，详尽分析了美国生产的各种电子管、分立器件和集成电路电视接收机；第十四章介绍彩色电视接收机各个部分的故障检修；第十五章介绍电缆电视的概况；第十六章介绍国外的电视制式。每章之后附有复习题，书末附有答案。适合一切研究、生产、使用彩电的人们阅读，对电视维修人员也有参考价值。

第一章到第五章由侯为贵译、郑鸿飞校，第六章到十二章、第十五、十六章由王毅译、席秉钧校，第十三章、第十四章由侯为贵译、王毅校。全书由王毅编辑，重庆市科学技术情报研究所伍思义同志对本书的出版给予大力协助。在此对以上诸同志一并表示感谢。

原书有大量线路图和框图，因由影印版描绘复制，有些地方难免模糊，个别实难复制的只有从略，有几个图原文不清楚，只好删掉，望读者见谅。

书中的线路图和框图上的原文一律写汉字复制，原图上的位置太小无法写字的即保留原文，由于作者几乎对每个线路图和框图都一一详述，因而并不影响对内容的理解。

原书中有不少的笔错和印刷错误，还有一些不够确切的地方，凡是发现的都尽量作了更正，但难免还有遗漏之处。缺图或其它不当之处尽量注明，模糊不清的地方按习惯通译。

由于我们对电视技术水平和外语水平有限，时间仓促，不当之处在所难免，敬希读者批评指正。

一九八二年七月 重庆

前言

本书反映了电视事业廿五年来的发展成果。作者与整个电视工业界数以百计的工程师和技术人员进行了讨论，这些人员中有大多数主要电视机制造厂的代表、美国联邦通信委员会（FCC）和有线电视（CATV）方面的有关人员、电视广播台、半导体制造厂、批发商和零售店以及各阶层的电视维修人员。经过慎重考虑，本书先从简单的调幅（AM）和调频（FM）讲起，因为不知道这些基本理论知识就不可能明白电视发射机和接收机的工作原理。然后讨论摄像机和电视台播送的全彩色电视信号。接着讲述这些信号如何到达接收机天线、传输线，进入接收机的输入端。在收集本书的素材时，力求包含各种最有用的知识——不仅有现在流行的系统工作方式，还要有五、六年前曾经用过的系统工作方式，这样我们就会预见未来的发展。

讨论了各种类型EIA（美国电子工业协会）的黑白和彩色测试图以及新的场扫描插入测试信号（VIT），介绍了最终将能自动控制色调和幅度的场扫描插入彩色基准（VIR）信号。列举了有关天线、传输线和最新式110度彩色显象管的情况，用整个两章的篇幅介绍有线电视和外国电视制式（PAL和SECAM），对迄今生产的主要电子管、分立半导体器件、以及集成电路电视接收机中使用的几乎每一种电路都作了仔细的分析。在每一章的末尾都有许多复习题；帮助你们检查实际学到的知识。在本书的最后给出这些问题的答案。

斯坦·普伦蒂斯

目 录

第一章 彩色电视系统的全貌..... (1)

调幅和调频——NTSC彩色电视制式——垂直和水平同步信号及消隐脉冲——全电视信号波形的分析——彩色信号——Y、I和Q信号——摄像机——发射系统——接收天线——调谐器——中频和自动频率微调放大器——图象检波器和放大器——自动增益控制、同步和噪声控制电路——垂直振荡器和输出电路——水平振荡器和输出电路——色度电路——伴音系统——集成电路电视机

第二章 色度学和显象管..... (23)

混色原理——彩色的频率及作用——NTSC制和边带锁定彩色信号的产生——波形分析——实用的彩色方程——阴极射线管——美国无线电公司(RCA)的110度显象管——美国通用电气公司(G.E.)的并排式电子枪显象管——Zenith公司的黑底显象管——网纹干扰——有关术语的定义

第三章 电视接收机的调整..... (42)

RETMA (EIA) 分辨率图——水平分辨率(垂直楔形线束)——在整个EIA图象上表现出来的故障——干扰频率的确定——NTSC制彩条图形——矢量坐标——场扫描插入测试信号——场扫描期间的彩色基准信号——调节——美国国家标准局(NBS)的国家标准时间校准

第四章 色纯度、灰度和会聚的调整程序..... (58)

色纯度——灰度——色温调整——静态-动态会聚——动态会聚控制——垂直会聚——水平会聚——双极会聚

第五章 调谐器、图象中放和自动频率微调..... (75)

调谐器——电子管开关调谐器——晶体管化旋转式调谐器——特高频变容二极管调谐器——印刷电路变容二极管调谐器——图象中频放大器——电子管图象中放——晶体管图象中频放大器组——集成电路图象中频放大器——自动频率微调电路——莫托洛拉公司的分立元件AFT电路——RCA公司的全集成AFT电路

第六章 视频放大器和伴音系统..... (97)

直流信号分量——二极管检波器和真空管视频放大器——亮度限幅器、消隐器及视频放大器——调频检波和音频放大器——鉴频器——比例检波器——真空管伴音子系统

第七章 同步与 AGC 电路..... (114)

电子管AGC、噪声及同步系统——固体同步、噪声及AGC系统——Sylvania公司的特殊AGC电路——半导体AGC电路的设计问题

第八章 垂直偏转系统	(122)
垂直振荡器-输出级方块图——真空管扫描系统——莫托洛拉公司的集成电路垂直偏转系统——Zenith公司的分立元件和厚膜组件垂直偏转系统	
第九章 水平偏转系统	(132)
水平偏转系统方块图——真空管水平扫描电路——混合式水平扫描电路——RCA公司的可控硅整流水平激励系统——基本SCR系统——Zenith公司的陶瓷厚膜组件	
第十章 高压电源与枕形畸变校正电路	(150)
真空管高压发生器——Zenith公司的有三倍倍压器的高压输出电路——一种亮度限幅器电路——枕形畸变校正电路——高压系统方块图——RCA公司的高压和枕形畸变校正电路	
第十一章 低压电源	(163)
低压电源方块图——真空管电路的半导体桥式电源——Zenith公司25CC25型接收机的固体稳压电源——RCA公司CTC46型电视机的电源——莫托洛拉公司用于CTV 7—8型电视机的开关式电源——Delco公司的回扫开关稳压器电路	
第十二章 色度电路	(174)
色度子系统——调制和解调——RCA公司CTC25型电视机使用的色度电路——通用电气公司的晶体阻尼色度振荡器——莫托洛拉公司的分立元件和集成电路彩色子系统——莫托洛拉公司的三相色度解调器——Zenith公司的三片色度处理器——RCA公司的双片色度处理器——完整的单芯片单块色度处理器——彩色中频放大器——副载波再生器与控制电路——色度解调器——消色器	
第十三章 传输线和天线系统	(201)
传输线——屋顶天线——安装——电阻分压器的使用——干扰、重影和频带空段——陷波器	
第十四章 检修	(215)
直流放大器、触发扫描示波器——水平部件劣化、特性变坏的情况——线路结构的变化——校准指示器——出现以下情况时一定要校准中放——视频中放的校准——色度校准——调谐器的校准——中放校准程序——色度校准程序——自动增益控制的故障——高压与亮度放大器——垂直跳动和垂直扫描线——彩色故障	
第十五章 国内有线电视系统	(249)
第十六章 国外的电视制式	(256)
德国的PAL制式——法国的SECAM制式——世界其它电视制式的数据统计	

※ ※ ※ ※

附：问题答案	(266)
---------------------	---------

第一章

彩色电视系统的全貌

电能以电磁波的形式进入自由空间，按光速传播，即每秒 3×10^8 米。这样的能量形式总称为无线电波。电磁波由相互垂直的电场和磁场组成，其传播方向也同电场、磁场方向相垂直。假如电磁波是由交变电流产生的，那么在每个周期内波的强度和极性均有变化。这样每个周期的波长（称 λ ）等于真空中的传播速度除以每秒发送的周波数：

$$\text{波 长 } (\lambda) = \frac{300,000,000 \text{ 米}}{f \text{ 频率}}$$

所有的通电路路均有某种程度的辐射。例如工作状态良好的电源线，它的尺码较小，其辐射也极其微小，因为电源频率是60赫，其波长超过3,000英里——与辐射体尺寸相比差别十分巨大。可是一台具有5000瓦输出功率的发射机将发射很大的能量，因为该发射机使用了尺寸同频率成反比的大的辐射器。高频波通过中等的或大尺寸的辐射器可以传播很远的距离。使电视一类的甚高频传输受到限制的因素是所谓“视线”。这样的传输不受电离层影响，可以直接进入外层空间，这种现象已在各种形式的航空器、人造卫星通讯及微波等方面得到很好的应用。

为使发送的电磁波含有一定的信息，必须使它的某些部分按你所希望携带的信息在频率偏移和振幅大小方面随时间有所变化（称为调制）。在无线电广播中，这种变化通过振幅调制（AM）或频率调制（FM）来实现。而在电视广播中，声音传输用FM，图象传输用AM。而且因为有各种水平和垂直图象同步脉冲以及彩色同步脉冲，我们还得用相位调制和脉冲调制。所以，今天的许多电子奇迹，都集中表现在彩色电视装置中。

调幅（AM）和调频（FM）

几乎所有的高频信号都是由正弦波（一种交变波形）发生器产生的，这种发生器可以在任何规定的频带的中间频率上作振荡。振荡所产生的波称为载波，用这种载波所能做到的工作决定了从某一发送原点传输到另一接收点的信息的性质。

在调幅中，如图1-1A所示，整个载波振幅的包络线随着另外一种表示声音、图象等信号的频率和幅度变化（随时间变化）而发生“扩张”和“压缩”。假若调制信号频率为1千赫，则高频载波的振幅每秒钟就会有1000次的变化。

在调频中，如图1-1B所示，载波的振幅不变，而载波频率本身却按照调制信号的

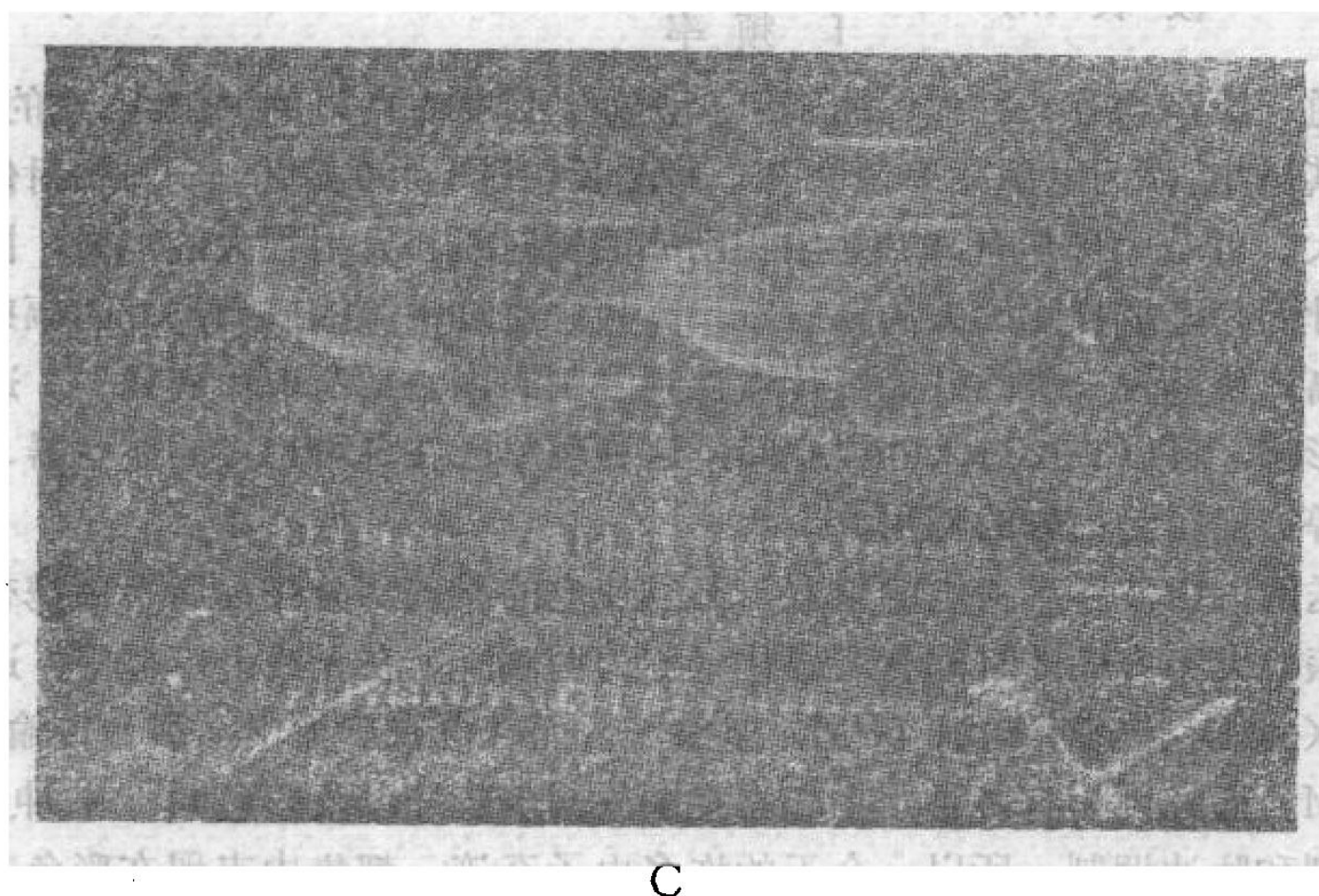
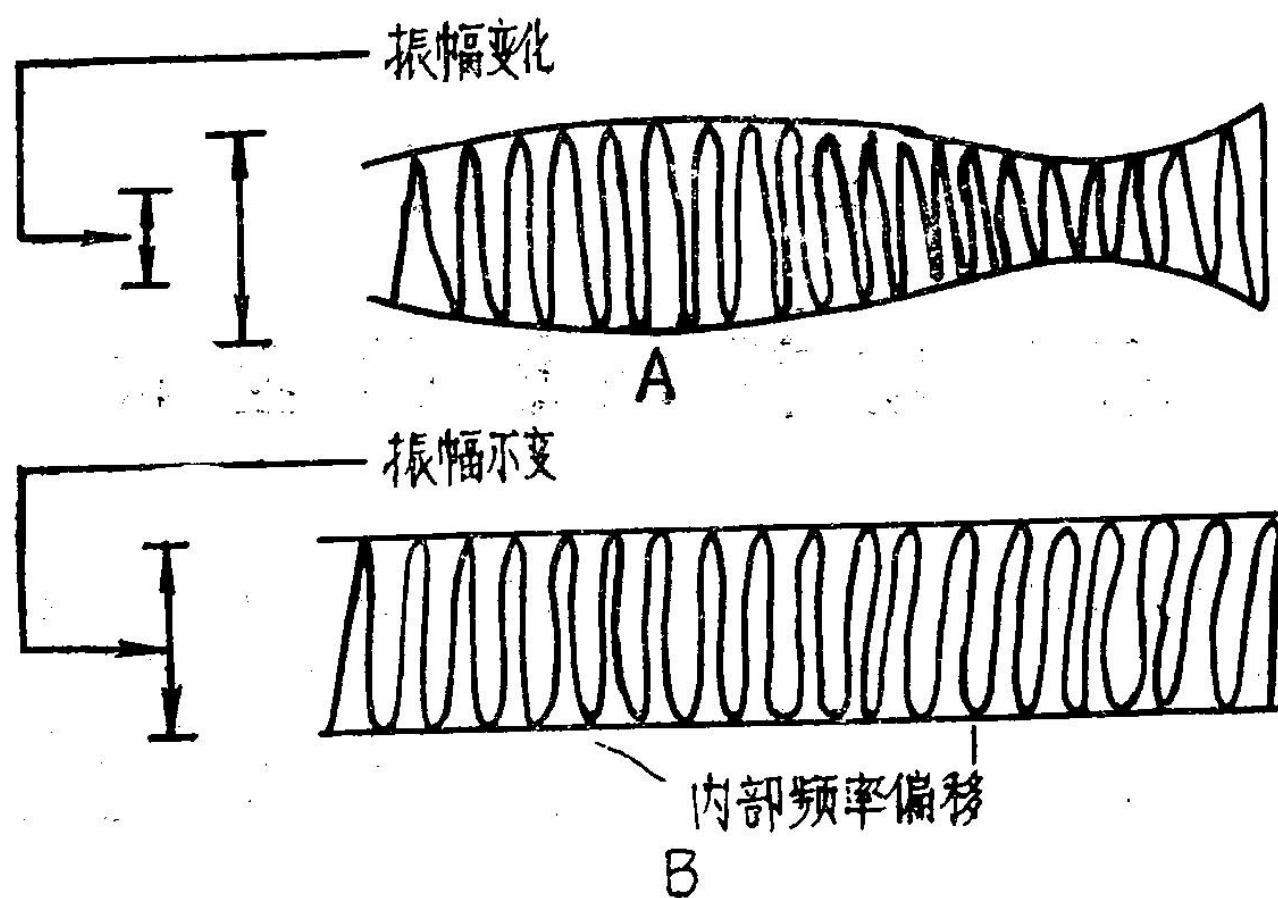


图 1-1 (A) 调幅(AM)波形图, 其中包络线内的振幅有“压缩”和“扩张”; (B) 调频(FM)波形图, 载波有偏移, 可是振幅无变化; (C) 示波器示出的波形, 上面是以12.5兆赫工作的非线性正弦波发生器所产生的400赫调幅波, 下面是调频波, 载波1.6兆赫, 调制信号100千赫。

速率(频率)和强度(大小)的变化规律而变化(“扩张”和“压缩”)。因此, 假如调制信号为1千赫, 受调制的载波频率为1000千赫正弦波, 则其小信号输出时的频率范围是从1000.1千赫至999.9千赫, 大信号输出时达1010千赫至990千赫。从以上分析立即可以看出, 有可能用几种正弦波调制一个载波, 这样在载波两边出现许多成对的频率。事实正是这样, 因为对任何调制波的每个视在频率来说, 总存在两个很靠近的边频, 一个高于主频率, 另一个低于主频率。它们就被称为上边带和下边带(许多边频的结合)。这在彩色电视的研究中是十分重要的问题。

NTSC*彩色电视制式

如同黑白电视一样，彩色电视甚高频（VHF）频道可利用的频率从54兆赫（2频道）起直到88兆赫（6频道），然后跳过88至180**兆赫（调频立体声的频带）和108至174兆赫（其他用途）。又从174兆赫开始（7频道）一直延续到216兆赫（13频道）。特高频（UHF）电视台频谱从470兆赫（14频道）开始直至890兆赫（83频道）结束，因此特高频是共有70个频道的频谱间隔。

如图1-2所示，每个VHF—UHF频道具有6兆赫的通频带宽度，在每个频道所规定的最低频率之上1.25兆赫处是图象载波频率，而频道的上限频率之下0.25兆赫处是带宽为50千赫的电视伴音频率，因此伴音和图象载波相距4.5兆赫。这样，用一扫频振荡器和一图象载波频标以及4.5兆赫的频标（用于伴音）就能很容易地确定调谐器的频率响应曲线。后面就要讨论到，根据这两个频标的位置，能够确定调谐器的带宽和波形频响跃落或对称性。低端边带宽度限制为1.25兆赫，以防止干扰相邻频道。而上边带却能在图象载波以上扩展整个4.25兆赫的范围。

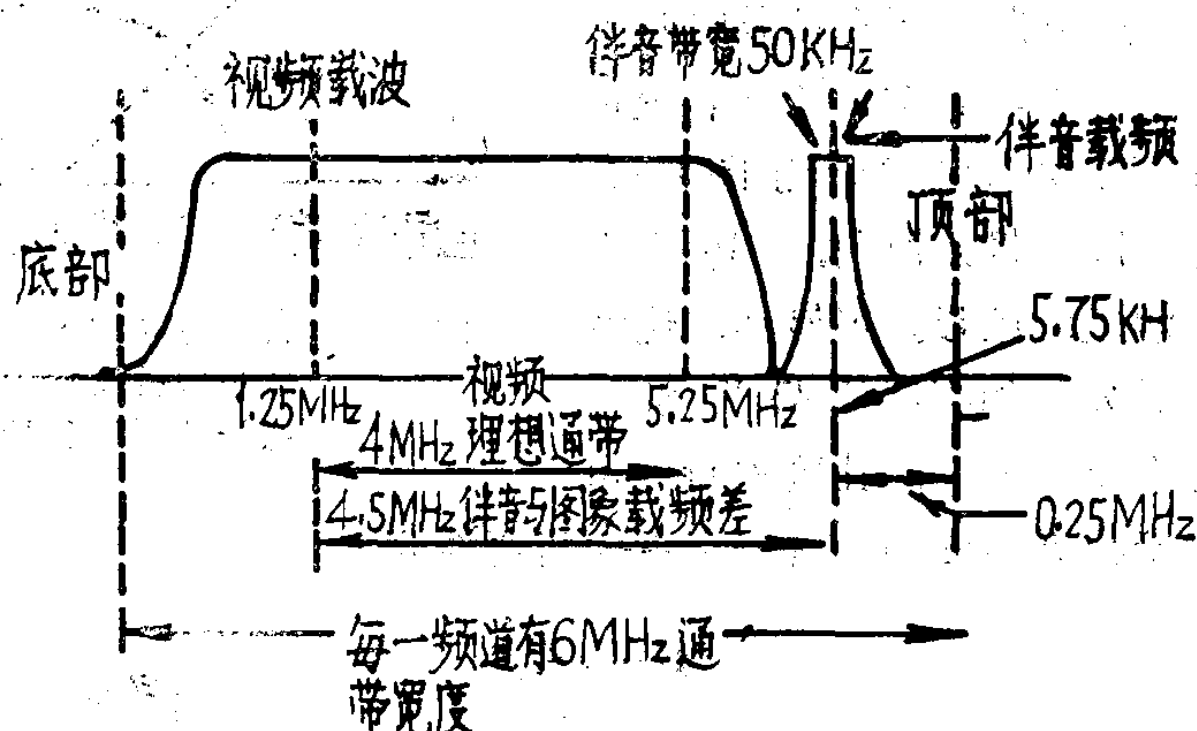


图1-2 对于全VHF—UHF电视频道的6兆赫通带的频率响应曲线，图中表示出伴音载波和图象载波之差为4.5兆赫，理想的图象通带为4兆赫，但这对于彩色电视机却无法实现。

下边带压缩为1.25兆赫，称为残留边带传输，这有助于使整个频道通带保持在所分配的6兆赫频带范围内。残留边带传输有可能通过精心设计的锐衰减滤波器来实现。该种滤波器由于其边缘正好同载波频率相一致，因此正好在载波频率以下有衰减。图1-3示出了下端边带的衰减，也如实地画出了图象载波。

在图1-3中，已示出I和Q彩色边带信号，并加上彩色副载波频率（3,579545兆赫）——该载波用来传输全部彩色信息。I和Q边带同色同步脉冲的相位关系示于图1-4中。色同步脉冲就是彩色同步信号，是将原始的副载波（近似3.58兆赫）反相180

*美国国家电视系统委员会——译者注。

**此处原文有误，似应为108兆赫——译者注。

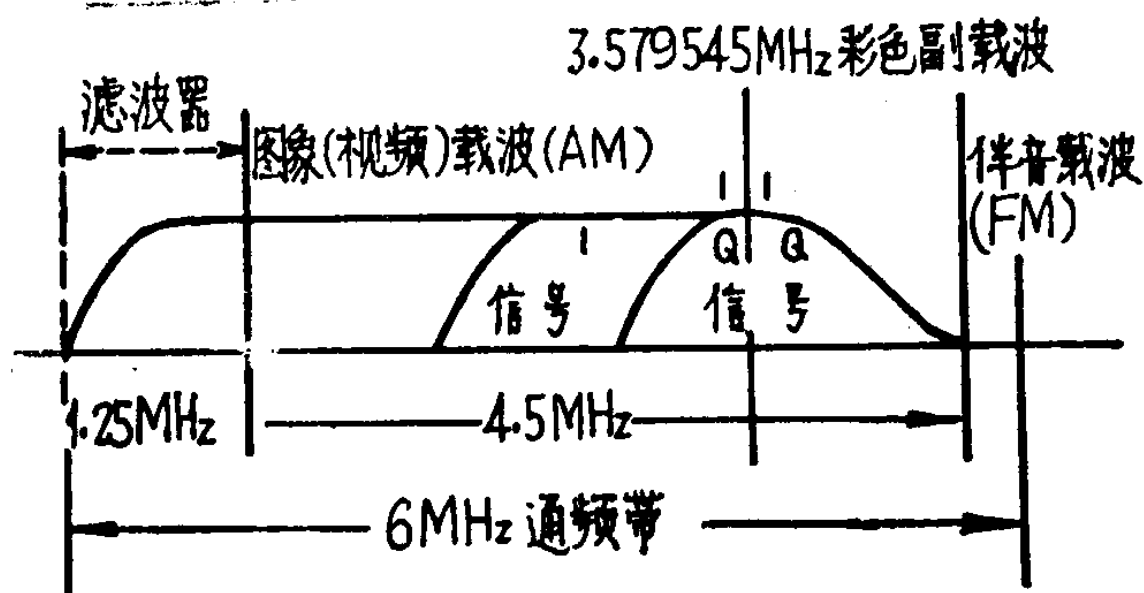


图 1-3 同图 1-2 黑白电视相同的特性画在本图中，但现在加上了彩色信号。图中也示出滤波器对负向残留边带压缩的影响。请注意彩色副载波两旁的 I 和 Q 信号以及色同步副载波。

度后取样获得的。从图 1-3 可以看出，彩色信息包含在单个副载波两边的 I 和 Q 边带中。

I 和 Q 信息调制 3.58 兆赫副载波，而 I 和 Q 信号成对地分配在副载波的两侧 0 至 0.5 兆赫的双边带位置上。单边带（I 信号）也在 0.5 至 1.5 兆赫范围内。这样就防止了在接收时两个彩色信号之间的串音干扰。有关 I 和 Q 彩色信号问题，这里暂且不作深入讨论，而图 1-5 有助于说明其含意。以后将会说明，I 边带产生从兰绿到橙色和紫色的色彩。很显然，这两种色彩都含有绿色成分，如亮度信号 Y 那样——这一点是极为重要的——而且这种特性可加以利用使发送和接收更为便利，这一点下面将要谈到。

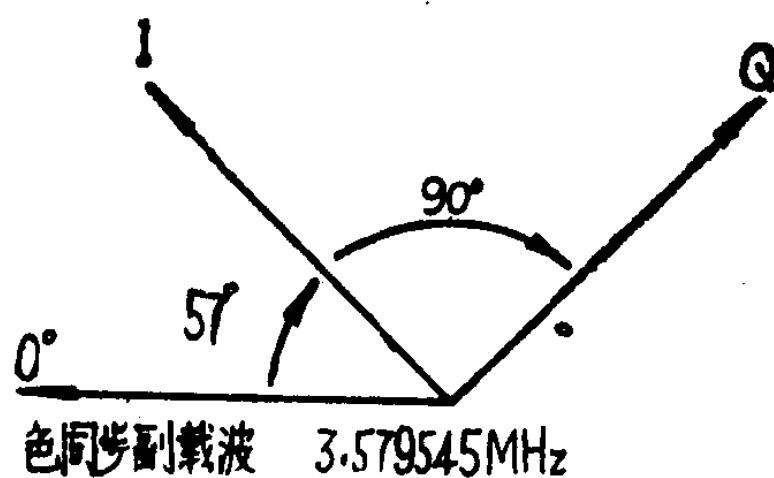


图 1-4 表示色同步脉冲（3.579545 兆赫的副载波）和 I、Q 边带之间相位关系的矢量图。

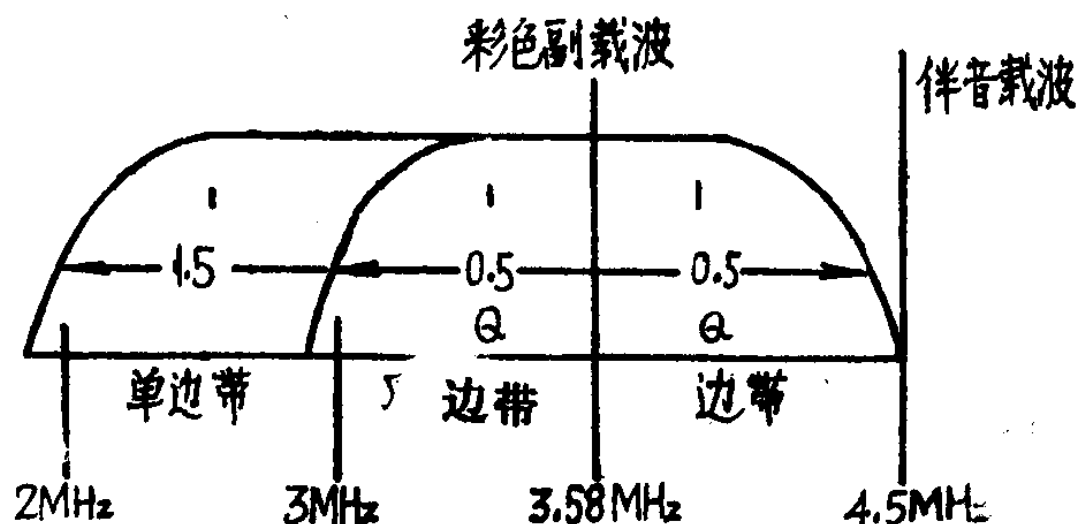


图 1-5 在彩色副载波两边 0.5 兆赫频带内的彩色 I 和 Q 双边带，向彩色副载波左边延伸 1.5 兆赫的 I 单边带。伴音载波频率是在图的右边。

垂直和水平同步信号及消隐脉冲

图 1-6 或许是所有的电视教科书中翻印得最多但理解得最少的一幅图。它包含着

在美国用作图象传输定时的标准彩色电视同步信号，图中所示的每个单脉冲只在垂直和水平各消隐期间由电视台播送出去。水平消隐脉冲持续时间占11.1微秒，垂直消隐脉冲时间为1.4毫秒（1400微秒）。因为垂直消隐脉冲时间约占525行扫描周期的8%，所以最多可使用的行数是485行。但由于顶部和底部的过扫描，甚至在最好的接收机中可利用的行数还要少一些。

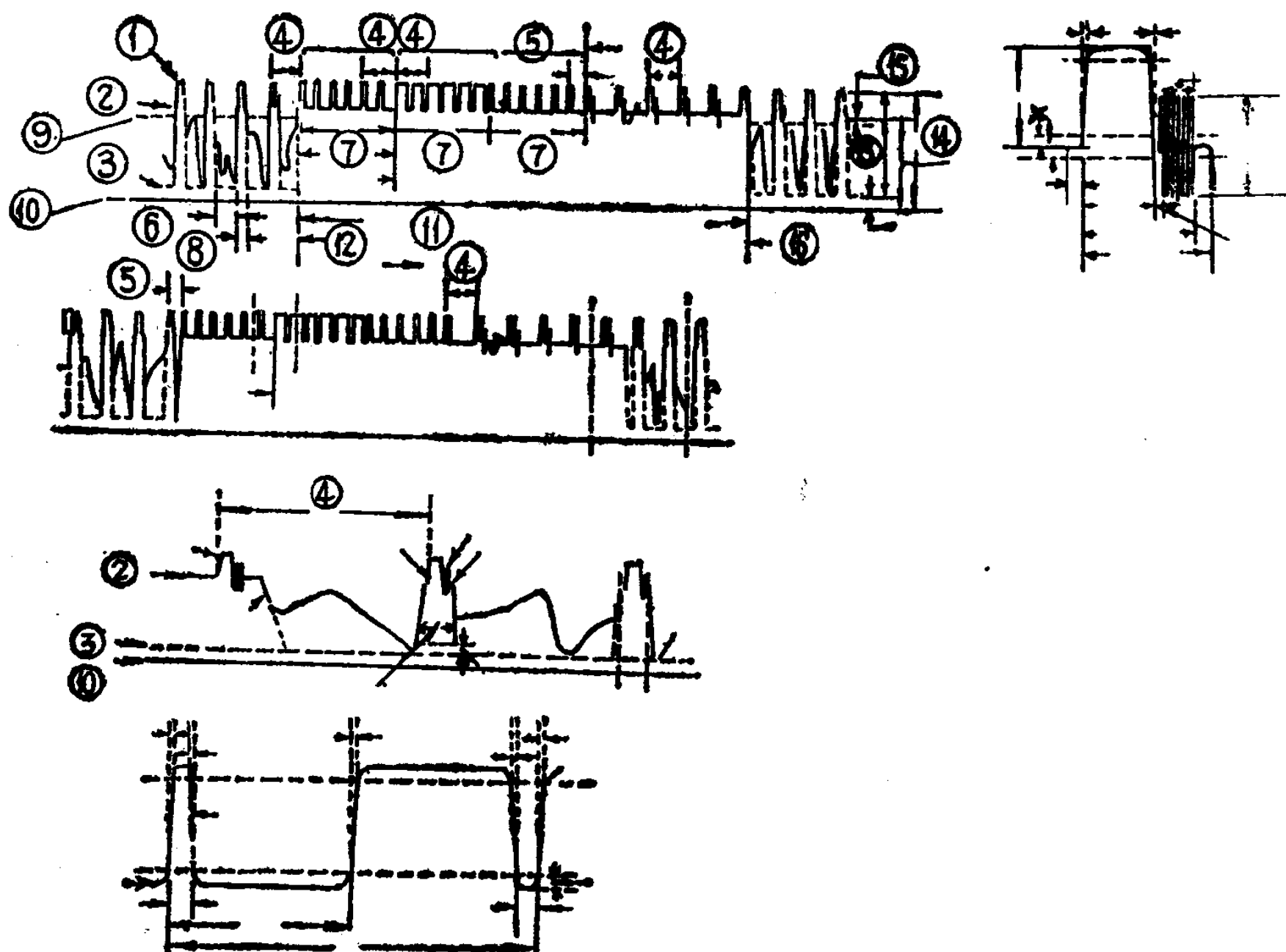


图 1-6 只在垂直和水平消隐期间发送和接收的标准的美国彩色电视同步信号示意图。

细节图 1

- | | | | | |
|---------|-------|--------|------------------------|---------|
| ①最大载波电压 | ②消隐电平 | ③基准白电平 | ④H | ⑤均衡脉冲间隔 |
| ⑥图象 | ⑦3H | ⑧行消隐 | ⑩零载波 | ⑪场消隐 |
| ⑫图象下部 | ⑬P | ⑭C | ⑮ $(0.075 \pm 0.025)P$ | ⑯图象上部 |

细节图 2

- | | |
|-------|----|
| ⑤0.5H | ④H |
|-------|----|

细节图 3

- | | | | |
|-------|--------|----|------|
| ②消隐电平 | ③基准白电平 | ④H | ⑩零载波 |
|-------|--------|----|------|

注：细节图 4、图 5 中箭头所标的数字，因原图字迹模糊，无法译出，请读者见谅。

注解：

1. H是一行的起点至下一行起点的时间间隔。
2. V是一场的起点至下一场起点的时间间隔。
3. 垂直消隐的上升边和下降边时间应小于0.1微秒。
4. 水平消隐的上升边和下降边斜度必须相当陡，能够在所有的图象内容条件下保持(X-Y)和(Z)的最大值和最小值。
5. 标星号的数值表示：所给的允许偏差只适合于长时间的变化，不适合于连续性的周期工作。
6. 均衡脉冲的区域应在水平同步脉冲区域的0.45和0.5之间。

7. 色同步脉冲出现在每个水平脉冲之后,但是在均衡脉冲之后和宽垂直脉冲期间没有。
8. 黑白电视传输时,无色同步脉冲。
9. 色同步副载波频率应为3.579545兆赫,在最大的频率变化率不超过 $0.1/\text{秒}^2$ 的情况下,在该频率上的容许偏差是 ± 10 周。
10. 水平扫描频率应是色同步脉冲频率乘以 $\frac{2}{455}$ 。
11. 为色同步脉冲所规定的尺度决定了色同步脉冲开始和结束的时间,但没有明确它的相位。色同步脉冲由连续正弦波调幅而构成。
12. 尺寸标注“P”表示从消隐电平为起点的亮度信号峰值偏差,但不包括色度信号。
尺寸标注“S”是消隐电平以上的同步脉冲幅度。
尺寸标注“C”是峰值载波幅度。

如果要仔细一点,即可看一下图1-6中的12条注解,这些注解多半一看就明白,但附加一点说明则似乎更清楚。所有垂直和水平同步信号的顶部都延伸进入传输信息的上端区域并正好进入基准黑电平,这就进一步确保只要荧光屏上有图象,一般都看不见它们。水平(行)同步脉冲的持续时间是4.76微秒,细节如图5所示,该同步脉冲是重迭在消隐脉冲电平之上的。为了获得满意的接收效果;对于这些脉冲均要求快速的上升和精确的时序。

另一方面,垂直色同步脉冲持续时间是三倍于水平扫描时间,即 3×63.5 微秒等于190.5微秒。在图1-6的细节图1的左方,标准图象波形(这里已经过压缩)被表示在同步周期开始之前三个行频周期中。为使隔行扫描引起的一些场频问题减至最少,在较长的垂直脉冲前后有六个均衡脉冲产生。

这些脉冲群的每一群,将持续三个水平扫描周期的时间,此后,又有一组六个水平同步脉冲。这一脉冲序列从图象的底部开始直到顶部结束,接着下一个图象开始传输。细节图2表示了更多的同步脉冲,而细节图3重复示出消隐电平、水平同步脉冲及其之间的一些图象信号。细节图4示出均衡脉冲和垂直同步脉冲之间的脉冲宽度差,细节图5示出最少为八个周期的色同步脉冲群,该脉冲群位于水平同步脉冲的后沿,而水平同步脉冲又是11.1微秒的水平消隐脉冲周期的第二部分。

细节图1所示的全部脉冲序列的完成所需时间刚超过1毫秒。应当记住整个垂直消隐周期仅1.4毫秒。若在示波器上观察全电视信号时,会发现行(水平)频与场(垂直)频信号很相似。但是,若以每度20微秒为水平坐标单位,仅能在荧光屏上看到两、三周水平扫描信号。而以每度5毫秒为水平坐标单位,仅看到三个垂直扫描的图象信号周期,可见这两种信号扫描速率差别很大。

全电视波形的分析

既然从电视接收机上很容易得到全电视波形(应当与发射机发出的相似),那么用一台好的示波器就能观察实际波形,并在全电视信号的直线图上辨别波形的各个部分。图1-7中的波形是以行扫描(下图)和帧扫描(上图)的速率拍摄的。请注意,上图的扫迹按每厘米2毫秒的刻度计算帧(垂直)扫描的周期为16.6毫秒,而下图的扫迹按每

厘米10微秒的刻度计，可以很精确地看出两个同步脉冲之间的间隔是63.5微秒。在下图中还注意到3.58兆赫的色同步脉冲正好位于行同步脉冲后沿和消隐脉冲的基线上。在进行信号分析时，为了寻找似乎经常要出现的故障，要显示峰值——峰值的幅度、示波器时基（速率）和直流电平。设计工程师也总是利用示波器来证实他设计的性能更好的电路，而许多复杂的方程式往往是后来才导出。

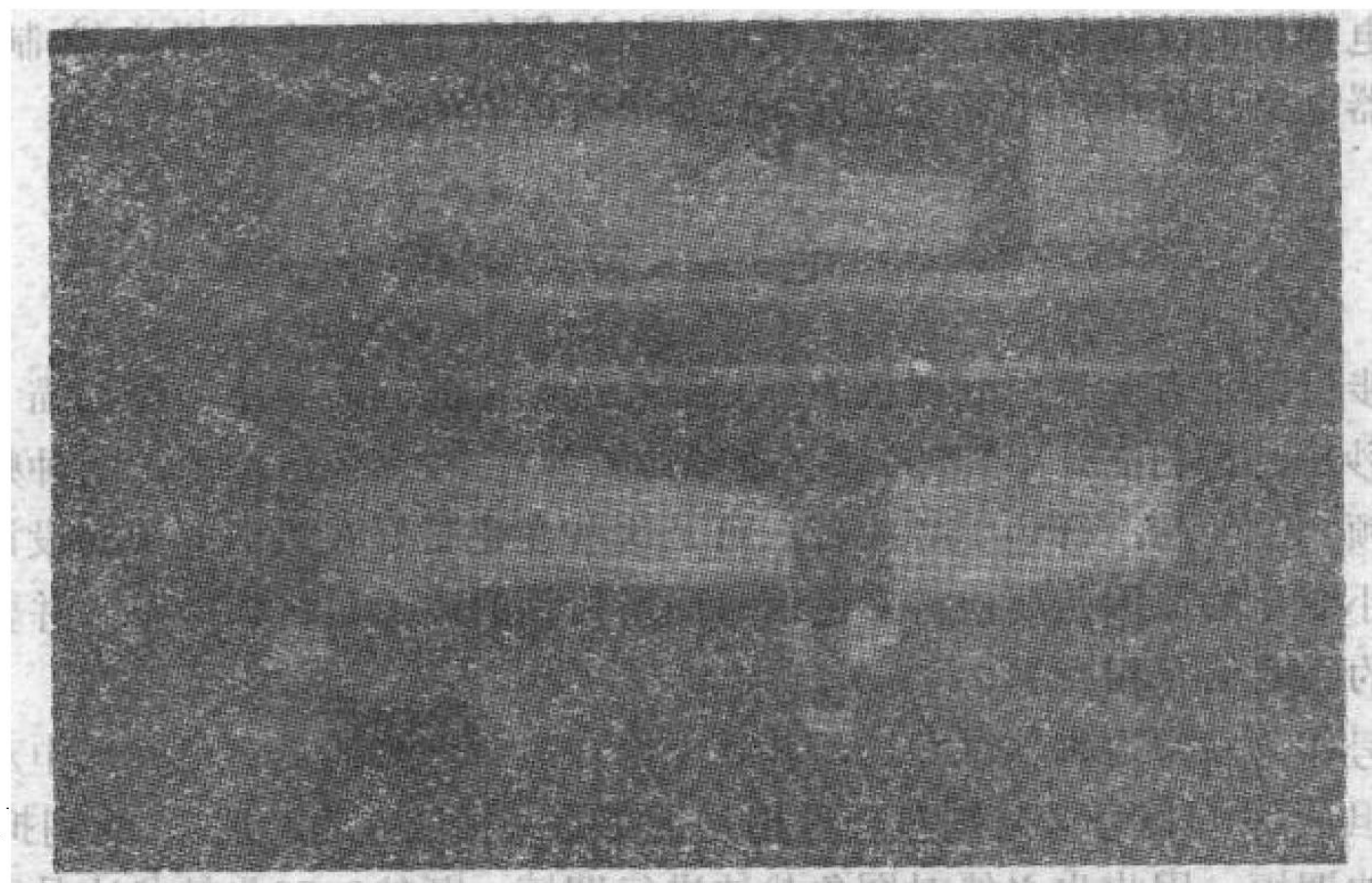


图 1-7 场频为59.94赫(上图)、行频为15734赫(下图)的全电视信号，因为需要二次曝光（用同一时基同时显示周期相差悬殊的两种波形则无法观察），所以照片有些模糊。

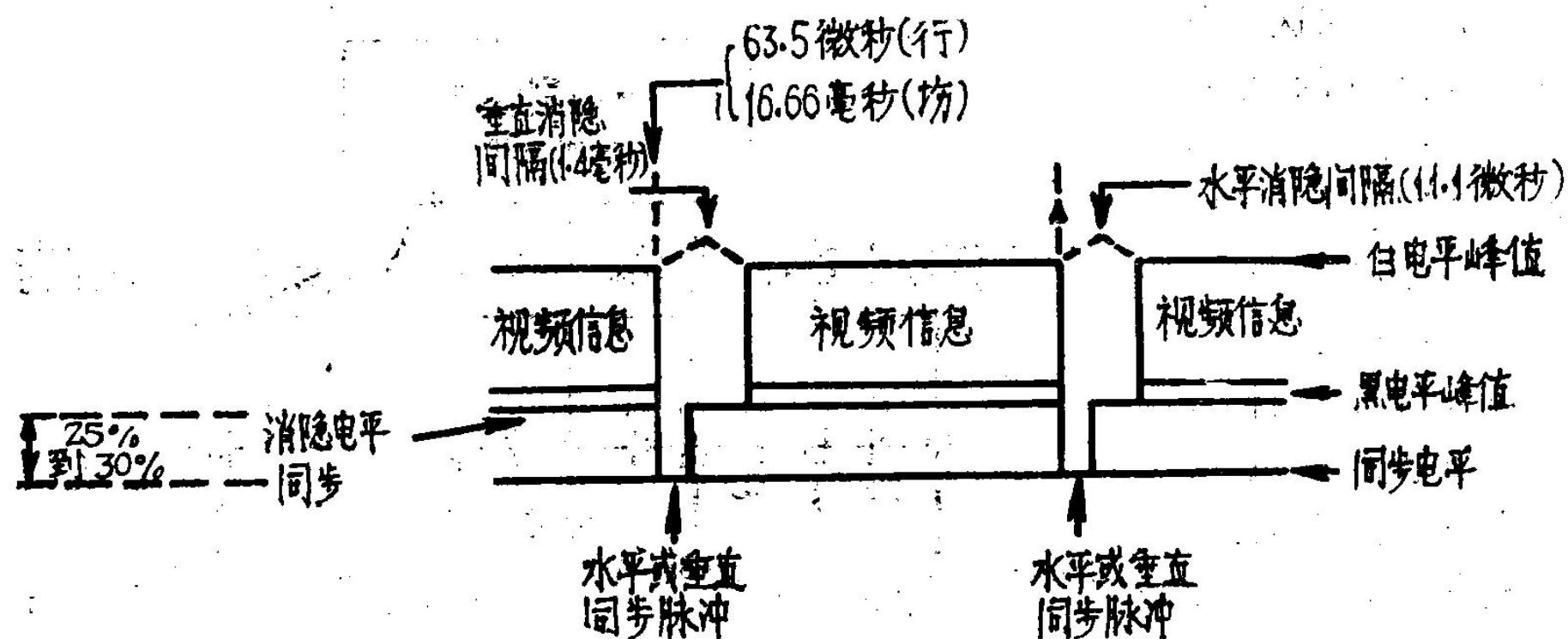


图 1-8 行（水平）扫描和场（垂直）扫描的标准电视波形在外形上是很类似的。不同的是行扫描仅能看到一行和两行信号，而场扫描可以看到整个光栅，一次扫描一场，两次（两个完整的周期）扫描一帧（完整的图案）。

图 1-8 本身一看就清楚了，不过要注意的是图中行扫描的完整周期时间与场扫描的完整时间不同，并且两种不同的波形也给出两个消隐间隔，就好像扫描有双时基一样。实际上，两种扫描波形显得十分相似，所不同的是行（水平）扫描看到的是单行信息，而场扫描时每隔16.6毫秒就看到一场（ $\frac{1}{60}$ 秒），假如要看第二场，则经过1.4毫秒

的消隐间隔后，紧接着可看到第二个 262.5 行（即一场）信息。行扫描全电视波形是每经一完整的周期后就进入新的一行，可以连续显示很多行，具体的行数取决于示波器时基的调节。

另外值得提及的一点是，在全电视波形中黑-白-同步电平的相对值。黑电平是波形幅度的75%，白电平是12.5%，同步脉冲和均衡脉冲在整个波形幅度的75%至100%之间。今后在电视机的故障检修、改进、或电视机的图象电路、自动增益控制（AGC）和同步放大器电路设计中，了解上述百分比是很有价值的。

彩 色 信 号

以上初步讨论了有关黑白电视机的行扫描和场扫描的同步频率，场扫描频率 60 赫（或16.6毫秒），行扫描频率15750赫（或63.5微秒）。在彩色传输中，两种频率均稍有变化——场频 59.94 赫，行频 15734 赫，可是这些变化正好在黑白电视的设计公差范围内。这一微小变化的原因是要使得彩色信号同所传输的波形包络相适应，并要使彩色边带同Y通道的亮度信息相交织。

亮度信号作为残留边带信息发送，并且无论在黑白电视还是彩色电视中对图象载波进行调制。但是I和Q信号又分别对一对相互正交的（相位差为90度）、受到抑制的 3.58 兆赫的副载波调幅，因此也必然对图象载波进行调幅。既然3.58兆赫载波是同一亮度图象载波的一个调制分量，这一对彩色载波就称之为副载波，本书后面的讨论中也将使用这一术语。当然这两个副载波有相同的频率（3579545赫），并且同样有彩色信号位于基频的两侧（见图1-5）。

为了将彩色（色度）信号掺入到无黑白信号的图象信号载波包络中，现在就直接用行频为间隔来变化。而且如图1-9所示，彩色副载波处于中心位置，同时色度信号谱线是交错地插在亮度信号边带束

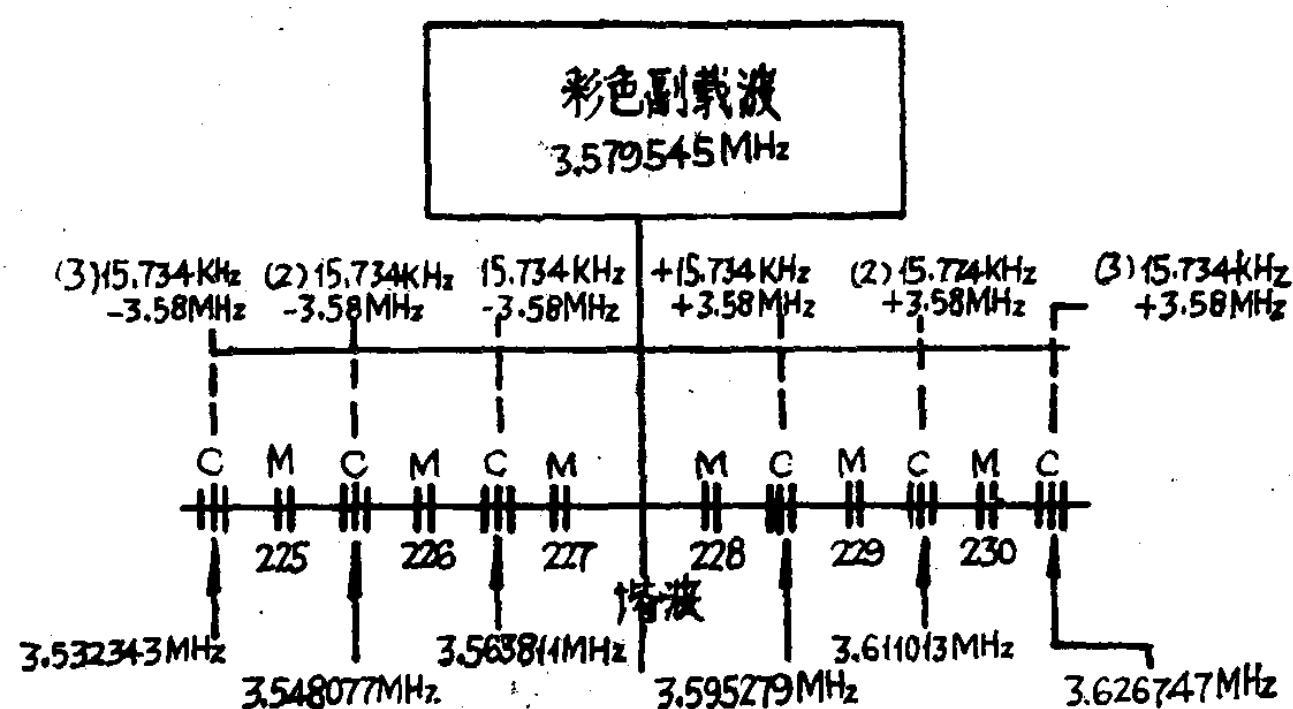


图1-9 所有的行频谐波处于彩色信息谱线之间。两种谱线在彩色副载波的两边，间距均为15734赫。这称为谱线交错，使色度信号和亮度信号分开。因此，尽管色度和亮度信号调制在同一视频包络中，却没有过多的干扰。

的各个谐波之间。许多书上谈到交错发生在半行频的奇数倍位置上，这是对的，却有点难予观察。我们只能这样说，在3.579545兆赫副载波上连续加上或减去15.734262千赫，就得到各色度信号的谱线所插的各个位置，色度信号谱线交错地插在亮度信号谱线束之间，它们不会干扰亮度（Y）信号，这就称为频谱交错。而且，因为副载波是半行频的

奇数倍，每经过一行副载波反相一次，所以相邻两行的副载波干扰对人的视觉正好有相互抵消的作用。

实际发生的情况是，电视广播信号包含着许多正弦波，这些正弦波由行频和帧频的谐波所组成。各行频谐波的间距是行频，而这些谐波两边又有许多以帧频（帧频是场频的一半）为间距的双边带组成一簇簇小频谱。这样，如果有一新的带有彩色信号边带的载波进入各行频谐波之间的调幅亮度信号包络线，对亮度信号干扰很小或几乎没有，彩色信号可以顺利地以所示的“和”频和“差”频插入亮度信号包络中。在图1-9中标有M的双竖线是亮度谐波谱线，而上面带有字母C的三根竖线表示彩色谱线。

Y、I 和 Q 信号

原则上说，亮度信号的带宽是从0至4.2兆赫，而彩色通带是，I信号为1.5兆赫，Q信号为0.5兆赫。Y（亮度信号）是三支摄像管输出按下述红、兰、绿的比例组合而成的：即 $Y = 0.30\text{红} + 0.59\text{绿} + 0.11\text{兰}$ 。整个图象的亮度总是正比于它的各彩色分量，以及所谓伽玛系数。伽玛系数是在彩色信号摄像放大器中起修正作用，用牢牢箝位于黑电平的寄生信号补偿电路来实现这种修正。伽玛可定义为光同信号之比，是表示输入的光（以流明计）同摄像管的输出电压（以伏特计）的任何非线性的指数关系（如 $Y = X^2$ ）。在摄像处理系统中，有伽玛畸变线路，它的作用是改变本来接近线性的摄像管输出信号，以便任何接收机中非线性显象管能够产生校正的亮度和色度的光信号比。由图1-10可见，不论有无彩色信号进入，亮度信号都取自红（R）、绿（G）、兰（B）矩阵的底边。

0到1.5兆赫的I信号由以下比例的红-绿-兰信号组成：即 $I = 0.60\text{红} - 0.28\text{绿} - 0.32\text{兰}$ 。0至0.5兆赫的Q信号也是一定比例的红、绿、兰（RGB）信号按另外的加减关系所构成的，即 $Q = 0.21\text{红} - 0.5\text{绿} + 0.31\text{兰}$ 。可见在RGB矩阵中，红绿兰信号以一定形

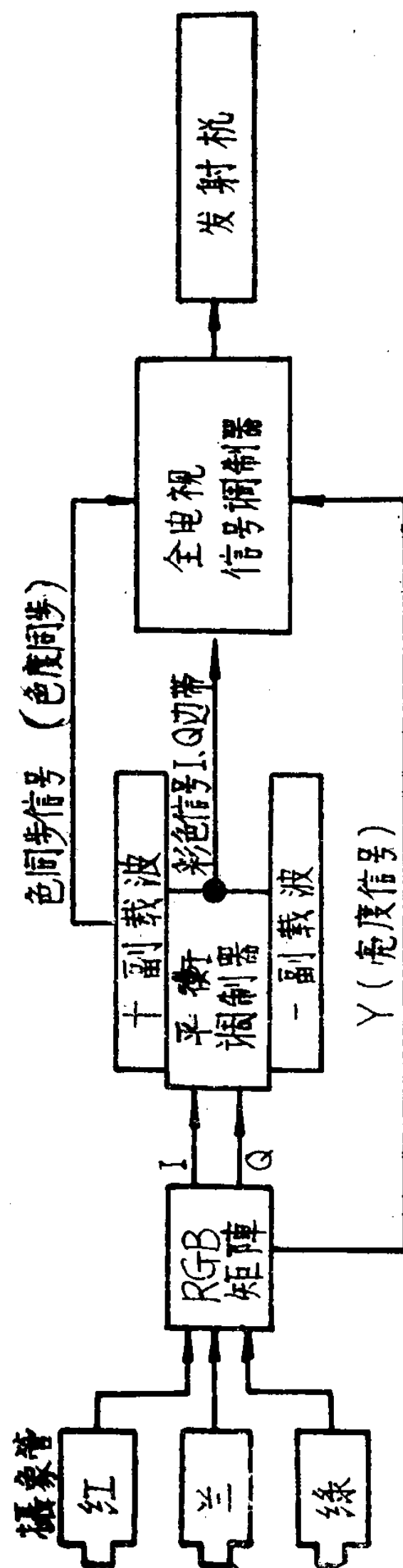


图1-10 彩色信号形成过程方框图。Y、I、Q信号同有90度相位差的副载波结合起来，副载波受平衡调制器抑制。在没有彩色信号时，上述I和Q的正交平衡调制为零，仅有亮度信号发射。

式结合起来，并产生 I 和 Q 信号输出到平衡调制器中。而在接收机中，上述过程被反过来时，红绿兰三种基色的输出是否是全然来自 I、Q 和 Y 信号的每一种呢？当然，实际上并不是这样，但也只是因为 I 和 Q 信号被移相 33 度形成 R-Y，B-Y 和 G-Y，然后加上亮度（Y）信号，恢复为 RGB 信号。采用 I-Q 直接恢复方法其接收机费用高，而用 RGB-Y（Y）系统可得到几乎同样好的结果。

RGB 信号的组成如下： $R = 0.94I + 0.62Q + Y$ ， $G = 0.27I + 0.65Q + Y$ ， $B = 1.11I + 1.7Q + Y$ 。在黑白电视机中，亮度信号即使有点差别，也不特别引人注意。但在彩色电视机中，甚至很微小的差别将会引起观众感觉到有十分明显的变化。

在矩阵电路将 RGB 信号转变为 I 和 Q 之后，I、Q 信号就进入一对平衡调制器，分别调制两个相位差 90 度的、频率为 3.58 兆赫的载波。两个平衡调制器然后使有相位差的载波相抵消（抑制），输出两个可变的调幅 I 和 Q 的边带，并与亮度信号（反映黑白度细节）及色同步信号（构成同步）结合成全电视包络，最后发射机得到这些亮度、黑白和色同步信号并发送到空中。

摄 象 管

随着电子工业的发展，摄象机和摄象管的效率和分辨力不断提高。许多年来习惯采用的超正析摄象管已开始或至少在一定程度上分别被美国无线电公司和北美飞利浦公司所制造的新型光电导氧化铅摄象管所取代。超正析摄象管有玻璃靶，光电平较低时灵敏度不高。随着它的光电元件失效，玻璃靶内就发生一定变化，导致所谓“粘滞”效应，即在连续拍摄场景时，出现图象保留的现象。新型光电导氧化铅摄象管具有灵敏度高得多的很多二极管，这些光电二极管微粒构成接受摄象透镜聚焦的光的靶子，并形成一种有序的状态，具有高度均匀的输出。有意思的是，在这些二极管中，假如有一个或几个发生短路（有时确实会发生），就可以在演播室的监控器上看见针尖状的光点，因而立刻可以发现这种情况。有时二极管会自动恢复正常导电功能，倘若不能恢复，摄象管就必须更换。超正析摄象管寿命长达 40,000 小时，而光电导氧化铅摄象管的寿命是否有这么长，现在尚不能肯定。采用具有二极管靶的光电导氧化铅摄象管是在改善电视图象质量的道路上前进了一步。

全 发 射 机 系 统

图 1-10 是彩色电视发射系统整个彩色部分的方框图，图中表示出色度信号、色同步及其与亮度信号是如何结合起来最后送到发射天线。然而，复合色度和亮度信号中还必须加上一些附加信号才能产生稳定而完整的电视信号传输，当然还得有必要的伴音信号。图 1-11 示出全电视系统的其余各个部分，由此对整个过程就可以一个完整的印象。在彩色和黑白电视中，所必需的附加部分是水平和垂直同步信号及伴音。

摄象机和信号处理电路必须接收消隐的垂直同步脉冲和水平同步脉冲作为扫描定时