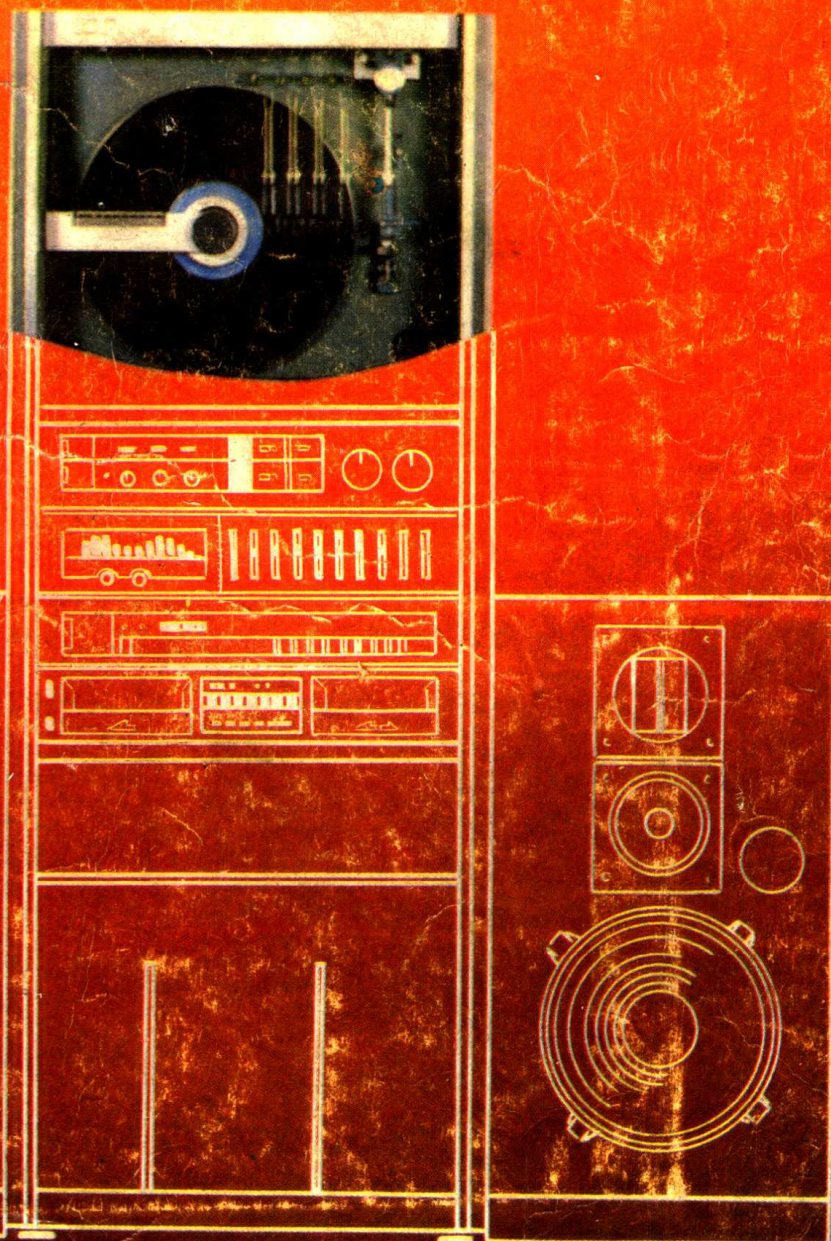




音响与电视 丛书



音响与电视技术荟萃 上册

上海翻译出版公司

内 容 提 要

《音响与电视技术荟萃》是《音响与电视》第一套丛书30册中之一种。它涉及的技术领域包括广播技术、电视技术、录像技术、录音技术、电声技术、音响技术、数字技术、信息处理技术、维修技术、电路技术以及家用电器、外形结构、业余电子实验和无线电爱好者实践与 Hi-Fi 视听之友等范围。本书电路图近千幅，另附插页线路图16幅。

本书以崭新的技术内容，独特的编辑技巧，图文并茂的版面，准确可靠的数据，供从事广播电视电影工作的技术人员和业余无线电爱好者阅读。

《音响与电视》丛书

音 响 与 电 视 技 术 荟 萃

音响与电视编辑部 编

上海翻译出版公司出版

(上海复兴中路 597 号)

新华书店上海发行所发行 上海市印刷三厂印刷

开本 787×1092 1/16 印张 30 插页 2 印张 字数 1,000,000

1988 年 7 月第 1 版 1988 年 7 月第 1 次印刷

印数: 1 - 15,000

统一书号: ISBN 7-80514-274-2/TN·34

上下两册(附插页) 定价: 8.65 元

前 言

对音响技术和图象技术来说,其最终目的是给人类以听觉和视觉。耳朵和眼睛对音响和图象的要求是相辅相成的。混沌宇宙的神奇音响和万千世界的多姿多彩,原本不可分离。无声电影的遗憾虽已成过去,而音响的高保真和电视画面的高品位正成为当今技术的追求。展现 Audio(音响) & Video(电视)有机结合的 AV 时代已经到来。

AV 技术的结合和发展与先进的科学技术的研究成果息息相关。AV 时代所涉及的技术是综合性的高技术的集萃。诸如激光技术、大规模集成电路技术、计算机技术、数字技术、精密伺服、精密复制、精密材料技术等。AV 技术集上述诸项之大成,促使声频、视频技术向高密度记录和更高保真度发展。

AV 时代的重要特征是家庭声频和视频系统的充分结合而逐步融为一体。这是基于以下一些事实:下一代高清晰度彩色电视的推向市场,将进一步普及立体声伴音;带有静止图象信号的 CDG 唱片的问世,以形象的画面配合音乐气氛,从而获得更迷人的艺术境界;借助个人计算机、家庭电视机,使 CDROM 能极方便地检索资料;录象机、电视唱片的立体声伴音,必然与家庭 Hi-Fi 系统合二而一。AV 相通相似,相映生辉。从某种程度上说,Hi-Fi 和 Hi-Vi 有异曲同工之妙。

《音响与电视》丛书顺应这个历史进程的潮流来到了 AV 读者之中,她所涉及的技术领域包括:广播技术、电视技术、录象技术、录音技术、电声技术、音响技术、数字技术、信息处理技术、维修技术、电路技术以及家用电器、外形结构、业余电子实验和无线电爱好者实践与 Hi-Fi 视听之友等范围。

《音响与电视》丛书力求以崭新的技术内容,独特的编辑技巧;以图文并茂的版面,准确可靠的数据,竭诚为广大 AV 读者服务。

《音响与电视》丛书的第一套计 30 册,约三年内出齐。我们热切地期望读者关心、支持、爱护、培植她,共同为促进 AV 技术的交流和发展作出努力。

目 录



实现类立体电视显示的新方案.....	方楠汾 (1)
自适应滤波器在电视重影抵消技术中的应用.....	李丰亨 (10)
运用双正交移相网络的双制式电视接收机.....	谢同安 (15)
51cm 彩电开关电源的计算.....	张顺明 (19)
电子工业部 75 重点发展产品、飞跃 47C2-2 18 英寸彩色电视机.....	严国安 (25)
日立 NP84C 系列彩电电压合成式选台电路原理试析.....	赵忠卫 (55)
三洋 CTP 6904 彩电开关电源电路简析.....	宋正璞 (61)
彩色电视机中消磁电路的最佳设计.....	陈景良 (64)
TC-4053 BP 电视/视频转换.....	李克敏 (67)
彩电红外线遥控电路简介.....	宾维德 (70)
单块彩电集成电路.....	邱根成 (74)



广播用传声器的性能和使用.....	沈树德 (79)
农村有线广播技术改造的关键设备——“JSGF-250 W 晶体管高保真声频功率放大器”	
简介.....	桑 达 (89)
扩大调频立体声广播电台覆盖范围的一种新制式——FMX	陈其津 戎明亮 (94)



专为厅堂扩声设计的 CR1-72 电容式传声器.....	程振芝 (97)
模拟唱机的最后一张王牌——介绍新颖的激光模拟唱机.....	马 宁 (98)
美多 CM 6520 唱机伺服电路	宋国荣 顾 强 (99)



家庭音响室的设计.....	蔡子美 (103)
一代风流的优质中档扩音机——LUXMAN LV-105.....	马 宁 (106)
前置放大器电路设计的发展史.....	[日]是枝重治著 韩昌升译 袁榕林校 (107)
山水(San sui) A-500 家用音响组合的应用	袁文达 (134)
杜比 C 及杜比 C 录音座中 Hx 的几点看法.....	尤 利 (136)

录音技术

- 磁头的录音补偿桥 T 电路 李传钟 (137)
- 双卡录音机的若干参数及其测试方法的探讨 李月华 (157)
- 一种无录放开关双卡收录机电路 沈世培 (159)
- 盒式录音磁带 王庆文 (166)
- 三点式超声频振荡电路在收录机中的应用 王 琰 (168)
- 松下 RX-CW55F 型调频调幅双卡立体声分箱式收录机 李 亮 (169)

录象技术

- 电视录像片的制作艺术和技巧 周启熊 (183)
- 盒式录像新机型 NV-G 10 电路分析 刘胜利 (207)
- VHS-C 型摄录一体机 李和洋 (220)
- 新颖的 SONY DVR-1000/DVPC-1000 数字录像机 王晓峰 (227)
- 彩色摄像机白平衡的调整 田自立 (228)
- SONY DXC-1820P 彩色摄像机性能简介 田自立 (229)
- 电视摄像中的色温校正 田自立 (231)

实现类立体电视显示的新方案

方楠汾

【编者按】 近几年来,我国的类立体电视显示技术相当活跃,发明家们推出了一种又一种方案,有许多发明被授予专利,也有一些技术在国际上获奖。类立体显示的实质是什么?已有的这些技术有什么优点?有什么缺点?类立体显示技术应向什么方向发展等问题已经提到电视技术工作者面前。本文试图对现有的主要方案作一些分析与评价,并在这些分析的基础上,介绍一种新的类立体显示方法。

长期以来,人们梦寐以求地希望在电视屏幕上看到能真实反映大自然景色的立体画面。但是,与彩色电视、数字电视、高清晰度电视的巨大进步相比,电视的立体化却进展缓慢,甚至于在立体电影技术已经相当普及的今天,电视技术也未能成功地移用这些成果。英国著名的立体专家查尔斯·史密斯曾经说过:“我们的后代将会惊异,我们在20世纪的数十年中,竟能满足于用这么小的平面图象作为我们立体世界的重现。”立体电视的最大困难在于,在真实的视觉中,人的左、右眼是同时观察到两幅稍有不同画面,在大脑的综合作用下形成立体感,而电视机却只能对左、右眼同时提供一幅画面。科学家们绞尽脑汁地企图在电视现有技术提供一幅画面的基础上,采用分色、分时等手段来提供第二幅画面的信息,而在接收方为了区别这些信息,又不得不佩戴分时眼镜或滤色镜或偏光镜或使用更复杂的光学系统,这就免不了造成顾东顾不了西的困境,或是降低图象质量或是价格高昂,且多数只能用于实验目的。已公布的一些立体电视方案,都是只经过短暂试播以后,就进入痛苦的反思和总结阶段。例如,1982年三位美国科学家曾宣布发明了一种新型的立体电视体制,采用在发射台以一定的速率轮流播放用两台摄像机摄取的左、右画面,而在接收方用普通电视机不需任何辅助手段就可以看到立体图象。当时这种方案受到各国立体电视研究人员广泛的重视,认为它是对立体电视理论的一个突破。但是试播的结果表明,两台摄像机所摄取的左、右图象,在轮流播放时的转换速率是十分重要的参数,太慢时失去立体感而仅有跳跃的图象,太快又不易清楚地获得立

体感,而这种速率又因人而异,只有当其比人眼滞留特性稍快时,才能在两幅变化的图象中,得到稳定的立体感。这种因人而异的速率选择就使发射台处于左右为难的地步。试播之后将近五年,再没听说过该方案的进一步报告。已有方案中,可以进行表演的实用化的立体电视系统是隔场轮流播放左、右画面,而收看者佩戴与之同步开闭的电子快门眼镜,使左眼只看到左图象,右眼只看到右图象。1983年日本胜利公司在中国用VHD电视唱片为节目源对该方案进行过成功的表演。该方案的缺点是双眼接收的图象场频降低了一倍,因而有明显的低频闪烁。其改进办法是场频加倍,如在电视台实现,无异于对发射制式根本改动,如在接收方做,则接收机将极其昂贵。

和那些考虑传送真正左、右画面的立体电视进展缓慢成对比,电视技术中又发展了另一类不改变现有电视制式而只在接收机方采取某种措施就可使画面产生某种立体效果,从而可以在很大程度上满足人们获取立体感要求的技术方案。这些方案无疑只是在真正立体技术成熟以前的过渡方案,我们把它们称为类立体显示方案。只有在电视发射端采取措施提供了左、右画面,接收方又确实区分并利用了这些信息的一切方案属于真立体显示方案。此外还有提供了显示对象全部立体信息的全息立体显示方案。

类立体显示的实质

在发展立体成象技术的过程中,人们曾深入地研究过人类视觉为什么有立体效应,其主要结论是:

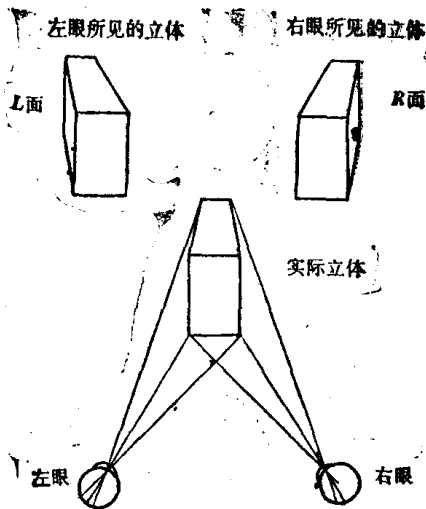


图 1

1. 人类存在双目视差。人们左、右两眼之间约相距 6.5 cm, 当双眼注目于同一物体时, 两眼的视轴之间存在一定距离, 两眼看到的图象, 水平方向确有所不同。图 1 表示了左、右两眼观看一个六面体时所得到的不同感觉。就物体正面而言, 两眼所见大体相同, 而对两个侧面则有明显差别, 左眼可见物体左侧较多的部分 (L), 右眼则可看到物体右侧较多的部分 (R), 这种稍具差异的图象在人脑中综合成立体图象。值得特别强调的是双眼视差只在水平方向上发生, 而不会在垂直方向上发生, 因此又叫水平视差或横向视差。立体电视中所谈的深度视觉都是由横向视差产生。双眼上、下方向的视差叫纵向视差, 纵向视差在生活中不常出现, 对深度知觉不起重要作用。这一点是由人类双眼高低是一样的这个生理特征所决定的。

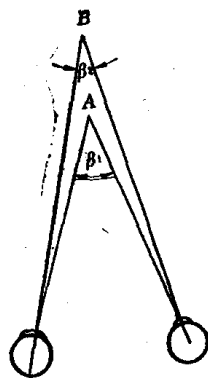


图 2

2. 所谓的会聚误差或称辐辏。当双眼同时注目于空间一点时, 通过肌肉的作用, 双眼视轴交汇于该点, 视轴间会形成一定的角度, 对象远近不同, 角度不一样, 大脑在比较这些角度后可以判断远近(图 2)。角度小物体远, 角度大物体近。

3. 双眼运动的肌肉感觉不同。图 3 中, 具有相同辐辏的点 A 和点 B, 由于两眼运动方向不一样, 大脑可以根据肌肉用力的情况判断它们在空间有不同位置。

另外, 则是属于视觉生理学方面未完全弄清楚

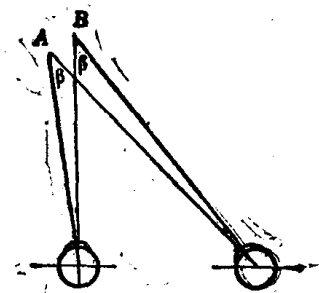


图 3

的复杂原因。比如大脑可能产生复杂的立体联想, 将视觉所得的印象与已积累的生活经验相比较而产生立体感等等。产生立体感的生理因素有十多种以致于生理学家感叹地说“人类的立体感相当复杂, 许多方面是不能用双目视差等简单原因来说明的”^{*}。

尽管立体感的产生有许多不清楚的地方, 但是在研究立体或类立体电视技术时我们却可以简单地说明立体显示最本质的因素是左、右眼所看到的图象存在双目视差。这是由于显示时, 图象在显象管屏幕上发生, 双眼注目于荧屏, 荧屏只产生平面图象。如果左右眼看到的平面图象相同, 那我们面前显示的就是普通的平面图象, 该图象虽然绚丽多彩, 却无深度感。如果左、右眼所看到的图象不同, 情况就大不一样了。图 4 表示这种情况下人眼产生深度感觉的情况。设 A、B、C 是左、右眼所见图象中相应的点。A 是一朵云彩, 左眼所见为 A_L 比右眼所见 A_R 靠左, 那末双眼观察 A 点时视轴位置如同观察屏幕后面的 A' 点, 也就是说云彩在人脑中的位置是凹向屏幕里面。B 点是房子, 双眼所见位置相同, 大脑中房子的位置就在屏幕所在平面上。C 点是一朵花, 左眼所见 C_L 比右眼所见 C_R 靠右, 双眼观察 C 点视

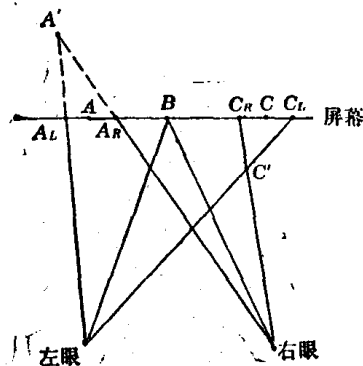


图 4

* 以上四种原因绝非按其重要性排列, 而是由于这些原因和本文主题有关而予以特别强调。

轴位置如同观察屏幕前的 C' 点,也就是说,花朵在人脑中的位置是在屏幕前的一点。这样一来,一幅画面的不同位置在人脑中形成的空间位置就各不相同了。显然 A' 点和 C' 点到屏幕之间都有了一定的距离,如果 $A_L A_R, B_L B_R, C_L C_R$ 的位置都精确地和实际生活中双眼所见相同,那末人脑将综合出一幅真正的立体图象。如果 $A_L A_R$ 等是人为产生的,并不和真实左右图象一一对应,那末人脑也会产生景深不同的感觉,这种感觉我们可以称为伪立体感、假立体感或本文所说的类立体感。因此,无论是真立体还是类立体,其最本质的一点都是左、右眼分别看到的两幅画面在水平方向上略有不同,即存在双眼视差,没有视差就没有立体感。

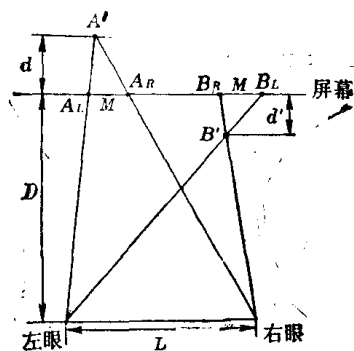


图 5

根据双目视差和人离屏幕的距离,可以算出立体显示时成象的位置。图 5 中,设观看者的瞳间距为 L ,人离屏幕距离为 D ,屏幕上一点 A 之右象 A_R 与左象 A_L 的间距为 M ,由于 A_L 位于 A_R 以左,所以 A 点在大脑中的映象 A' 伸向屏幕内侧,设其深度为 d ,根据平面几何不难得到

$$\frac{d}{D+d} = \frac{M}{L}$$

所以

$$d = \frac{DM}{L-M} \quad (1)$$

当 $M \rightarrow L$ 时成象位置将趋向屏内无穷远处,显然, M 最大不能超过 L ,否则该点将不可能在大脑中融合。同理,另设 B 点,其 B_L 处于 B_R 右侧,那末成象位置在屏前,如 $B_L B_R$ 间距仍为 M , B' 点突出屏前为 d' ,显然有

$$\frac{d'}{D-d'} = \frac{M}{L}$$

所以

$$d' = \frac{DM}{L+M} \quad (2)$$

由于电视显示的特殊性, M 最大为显示屏宽度,所以

朝前伸出的距离是有限的。

对三种现有技术的评价

类立体显示技术中比较成熟的一种方案可以称为“侧向红移方案”*,该方案是由联邦德国广播技术研究所首次在电视技术中加以实现并在 1982 年慕尼黑电视电影协会的年会上加以公布的,它又称为 $Abdy$ (Anaglyphic by delay) 方案,即利用延迟法产生立体浮雕效应。其基本思想是在彩色电视机中利用延迟线将其中一路色度信号(如红色)延迟 600ns 左右,这样屏幕上显示的画面将是一幅缺少红色的青色图象和另一幅位置上不相重合稍向右移的红色图象,如图 6 所示。如果观看者配戴一副青红补色眼镜,使左眼只看见青色图象,右眼只看到红色图象,那末双眼所见的画面位置上就确有不同,观看者就会觉得图象似乎在电视机围框后面的某一距离上生成,这样就会激发起人们一种空间联想,以致于在视觉经验的共同作用下产生一种立体感。现在分析产生这种立体感的机理。

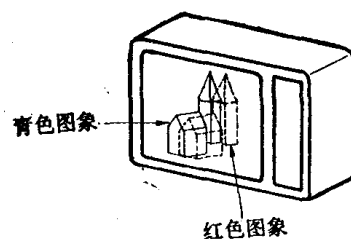


图 6

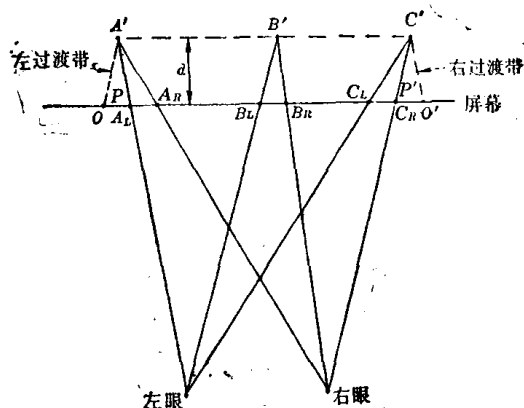


图 7

首先,考虑画面绝大部分青色成分和红色成分都出现的区域如图 7 所示。设 OO' 是显象管的屏幕,600 ns 的距离对 18 英寸显象管 $50 \mu s$ 的正程来说相当于 0.5 cm,在离 O 点 0.5 cm P 点以左区域,

* 本方案是目前中国的主流方案。

左眼看到了青色图象,右眼看到的是与青色图象毫无关系的红色图象,这些图象是 O 点以左被消隐的图象通过延时而显示出来的,这两部分图象由于内容不同无法融合成一个图象,形成了一个过渡带。从 P 点开始,由于红色图象始终在青色图象右面 0.5 cm ,这种完全相关的图象由于双眼融合的结果,造成显示深度为 d 。由公式(1)可知,2 m处感到的 d 约为 16 cm 。显而易见从 P 到 P' ,这个深度处处一样,并没有相对变化。到了离 O' 点 0.5 cm 处的 P' 点,红色图象已进入消隐区,青色图象继续显示,再形成一个过渡带。由此看来,这种由于红移形成的立体感主要是由电视机围框左、右两侧的两个过渡带形成的。屏幕的绝大部分,同时显示在围框后的某个深度上,立体效果是很有限的。

其次,是由于双眼竞争引起的,由于使用了补色眼镜,在画面 PP' 之间某处如果出现了纯青色或纯红色,只有一只眼睛感受到这种颜色,这块颜色在人脑中仍然会被知觉为显示在 OO' 平面上,这样就形成了某些随机的深度跳动,造成深度变化。但这时更强烈的感觉却是出现双眼竞争引起的光泽现象(参见后文),荧屏上相应区域出现辉光感,不能理解为优点。

第二种类立体成象方案是“普通彩电高低方向立体成象”技术,该方案是为了改进侧向红移延时处一样因而立体感不强而提出的。它采用复杂的电子技术手段,在电视机内部对 $R-Y$ 、 $B-Y$ 、 $G-Y$ 和 Y 四路信号分别通过可控延时电路,红、蓝色差采用一种延时,绿色差采用另一种延时,在垂直方向使它们的延时量相对变化。至于 Y 信号由于不易处理,就采用固定延时。这样被显示的画面将分为紫色、绿色及亮度 Y 三个部分,如图8所示。而观看者需配戴紫、绿滤色眼镜来区分这些不同的成分。其成象原理如下。以一个竖条为例,原图象的一个竖条被一分为三,其中亮度成分保持垂直,彩色部分裂解

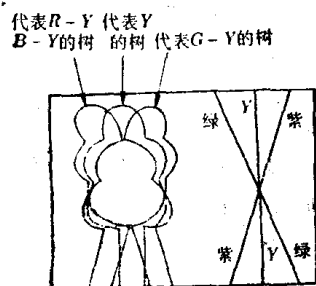


图 8

成绿、紫互补色,它们之间的距离沿场方向是变化的,在画面上部绿左、紫右,画面中央,三者重合,在画面下部绿右、紫左,绿、紫之间延时差别总共有96个不同的值。配戴紫、绿眼镜观看时,绿紫融合成一点成象,凹向屏内。画面中央成象在屏幕上,画面下部则成象在屏幕之前。设屏幕上下两端绿、紫间距为 1.63 cm ,按公式(1)、(2)分别计算,在2 m以外形成的类立体图象的底部呈凸出屏前 40 cm 的近景而顶部则呈凹向屏后 67 cm 的远景,总共有96个不同的深度层次,因此,称为高低方向立体成象。

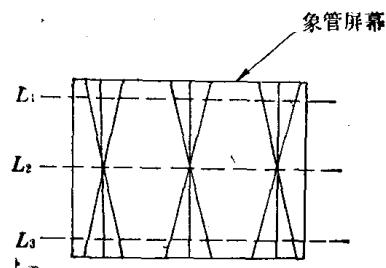


图 9

利用可变延时形成一个深度的不断变化,想法无疑是积极的,但这种技术是否能用于彩电却很值得商榷。该项技术仅在垂直方向形成深度变化而水平方向却没有深度变化。以图9为例,屏幕左、中、右三个竖条结构完全是同样的,所以在 L_1 位置彩色成象均向后退同样的距离,而沿 L_1 方向无深度差别。在 L_2 位置成象附着在屏幕上,自然没有景深差别。在 L_3 位置成象突出屏前同样距离,左右方亦无深度差别。结果就如同把一幅高度约 30 cm 宽度约 40 cm 的平面象画在橡皮膜上,固定当中,上边向后拉 67 cm ,下边向前伸约 40 cm ,形成一幅斜躺着的图象。由于人眼的立体感是在水平方向上形成的,本方案恰恰违背了这一点。除了造成世界是倾斜的这种消极感觉外,并未提供真正需要的水平深度感觉。这对自然景色、高山远树固然没有很大的妨碍,但是电视艺术是以表现人物形象为基本任务的,人物的特写近景场面占了电视画面相当大的比例,这种场景出现长达 1 m 的斜躺着的图象是令人无法接受的。其次,从视觉生理学角度来看,本方案在形成单象时的机理值得商榷。不管什么立体成象,最后都应达到原画面上的一点在大脑中仍然融合成一点,这一点和邻近点只能形成深度差别。图10中,当双目注视空间一点 A 时,通过双眼肌肉的运动,使该点的视网膜象分别落在左、右眼视网膜中央凹相应的 A_1 和 A_2 ,在大脑综合作用下形成单象。如此时 A 点左侧有一发光点 B 点,对左眼而言它在视网膜上成象

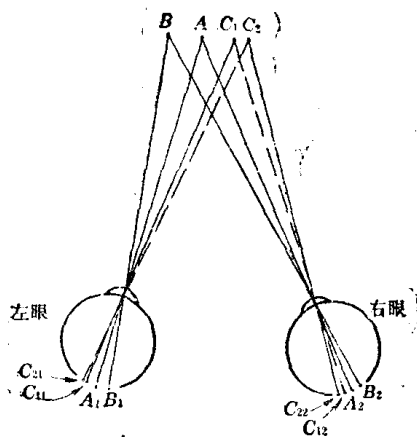


图 10

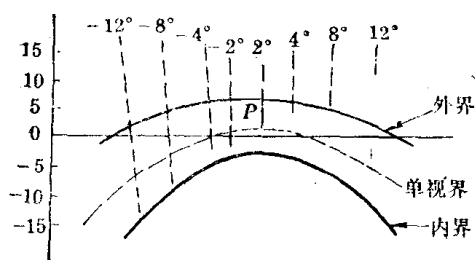


图 11

在鼻侧 B_1 处,对右眼成像在颞侧相应的 B_2 处,这样仍然形成单象。设 A 点右侧有一发光点 C 点,用某种方法将 C 裂解成 C_1 、 C_2 两点,使左眼只见 C_1 ,右眼只见 C_2 , C_1 成像在左视网膜上 C_{11} 处, C_2 成像在右视网膜 C_{22} 处,这两点不是视网膜上的相应点,因为与 C_1 相应的右视网膜是 C_{12} ,与 C_2 相应的左视网膜是 C_{21} ,但是如果 C_1 、 C_2 之间距离不是很大,在两个视网膜上的象的不相应程度没有超出双眼融合的范围,大脑仍能把它们融合成一点。视网膜相应点附近的这个很小的范围叫Panum融合区,图11。Panum融合区在视轴方向融合范围小,偏向两侧则增大。所谓融合、所谓成单象,都是指双眼视网膜上非相应点同时感受到光刺激在大脑综合判断下形成的。至于单眼视网膜上不同点同时感受到刺激,大脑肯定是理解为两个光点(如 A_1 和 B_1 绝不可能融合成一点),否则我们把这种情况称为两点太近超过了眼的分辨率,眼睛把它理解为一。回过头来看,本方案一个象点一分为三的情况,同一个像素 A 分为代表 Y 的 A_1 ,代表 $R-Y$ 、 $B-Y$ 色差的 A_3 ,代表 $G-Y$ 色差的 A_2 。左眼可见 A_1 中的绿色成分和 A_2 ,右眼可见 A_1 中的紫色成分和 A_3 。左视网膜成像为 A_{11} 、 A_{21} ,右视网膜成像为 A_{12} 、 A_{32} 。其中, A_{11} 、 A_{12} 代表同一光点的映象,大脑融合成单象 A_1 ,而 A_{21}

和 A_{32} 如离相应点不是很远而落在相应的Panum区内,大脑形成具有深度的单象 A'_1 ,由于辐辏角较小, A'_1 成象比 A_1 远。 A_1 代表亮度, A'_1 代表色彩,成象的结果是一个黑白象附着在屏幕上,远远地飘一团彩色。黑白象是站立着,彩色是斜躺着,在画面正中,彩色和黑白相交。不仅如此,既然 A_2 、 A_3 可以融成单象 A'_1 ,那末距离更靠近的 A_{21} 和 A_{12} , A_{32} 和 A_{11} 不是更有可能被融合成单象 A'_2 和 A'_3 吗?它们又具另一个深度,这样大脑中最后的印象究竟是黑白象占优势把彩色拉直从而得不到67cm的深度感,还是黑白彩色各占一半使图象半躺着,还是彩色把黑白拉着一同躺下造成有关报导中所说的上部有67cm远景而下部有30cm近景,就不能只凭计算而应作验证试验了。总之,一个光点 A_1 在大脑中形成深度不同的四个点 A_1 、 A'_1 、 A'_2 、 A'_3 ,大脑融合成象的负担是加重了,这就更进一步地加速了视疲劳。由此产生的值得商榷的第三点是亮度信号和色差信号被彻底分离。一分为三的形象使得占清晰度绝大部分的亮度信号在全画面都没有深度变化,变化的是色差部分,他们不在一个深度上。由于兼容制彩电恢复彩色是在电路中通过矩阵电路来完成的,而本方案在电路中造成色差和亮度时间上分离,在大脑中造成色差与亮度在深度上的分离,因此很难谈彩色还原度的问题,再加上前述的 A'_2 、 A'_3 的加入,彩色还原的问题就更复杂了。综合以上三点可以看出,本方案为了得到垂直方向上并不需要的深度变化,带来了种种涉及人类视觉生理特性的复杂问题,而侧向红移方案,虽然有立体效果较差的缺

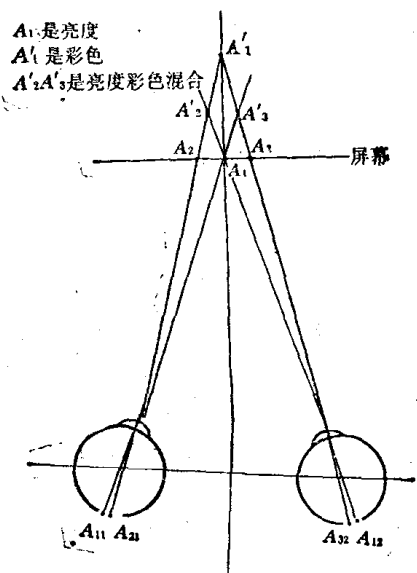


图 12

点,原理上却并无大的失误,因此如果要继续补色法类立体显示的研究,似宜从改进侧向红移法着手,比如考虑设计一种随行扫描位置不同而可变的红移量调整电路甚至可以设计一种随图象内容而变的程序控制电路,效果可能会较好。

以上两项技术由于都是靠佩戴补色眼镜来区分左、右图象的,还有一些共同的缺点:

(1) 必须对电视接收机作电路上的改造,增加一套延迟装置和购置滤色眼镜有相当的代价。

(2) 只适用于彩电,对占用户多数的黑白机无效。

(3) 用补色眼镜观看,必然带来图象亮度上的损失和彩色上的失真。

(4) 由于相当一部分观众不适应于佩戴补色眼镜,同一家庭成员在有人观看立体效应时其他人就无法看电视了。

(5) 由于延时一旦作好就无法调整,所以离电视机愈远,立体成象愈深,根据公式(1),2 m处凹进去67 cm,4 m处将感到凹进去135 cm,立体视觉疲劳主要的原因是图象显示面与因为双眼视差而上浮或凹进的面不一致,加重了视疲劳。

(6) 由于双色滤色镜的滤色范围同电视机显象管三种荧光粉的发光特性不可能完全匹配,所以必定产生两眼分离不完全,比如青色滤色片漏进了红色成分,紫色滤色片漏进了绿色成分等等。这种漏象是无法完全消除的,为了尽量解决这些互扰,不得不仔细制作眼镜。在联邦德国,这种精工制作的眼镜在质量方面可与昂贵的太阳眼镜相比。

(7) 产生强烈的双眼竞争。双眼同时观看彩色电视,两眼感受到相同的光强,并不感觉疲劳。戴上补色眼镜观看彩电,情况就大不一样。选择补色时,必须避开可能经常大面积出现的纯色。比如青、红眼镜,当画面出现纯红色时,戴青色眼镜的眼感到亮度很低,戴红色眼镜的眼则感到画面分外明亮,这时由于双眼竞争的缘故,一眼受到压制从而产生所谓双目光泽(Binocular luster)现象,画面上红区将发出耀眼的红光,成象深度也发生突然跳动,造成视觉中的不稳定感。由于纯基色不时地出现,屏幕上的彩色区会随机发生带刺激性的荧光感,加速了眼的疲劳。有人选择补色时,单从 $Y = 0.30R + 0.59G + 0.11B$ 亮度公式出发,认为:选择黄、蓝补色时亮度比为0.89/0.11;青红补色为0.70/0.30;绿紫补色为0.59/0.41,绿紫色是最理想的一种,这对看黑白图象或许是对的,但在看彩电时必须考虑到绿色是

经常大面积出现的主色,比如森林、草原、农田、公园等等,是应该尽量避免选择的。从这个角度来说,选青红色较好。实际上绝大多数立体实验方案均采用青红补色,用绿紫色是个别的。

有影响的第三种类立体显示方法可称为“周期性全画面移位”方案,该方案以“新型立体电视电影制式”申请了中国专利(见中国专利ZL85108180)。该方案设想不改动电视机,不配戴眼镜,只要在电视台播放的画面中,以一定的速率分别播放原画面和稍加移位的该画面,电视机上将显示周期性左、右跳动的画面,当来回移动的频率达到15 Hz时,人眼就可看到立体图象。我们没有在资料中查到发明者是如何作验证试验的,电视台似乎并没有作过开路试验。不过这个方案本质上只是本文前言所介绍的美国方案的大大简化。在电视台,利用两台摄像机同步工作得到具有真立体信息的左、右画面是非常容易的,如果美国方案可行,电视台可以很容易地以15 Hz的频率轮流播放左、右画面,得到真立体画面,何必去播送并无立体信息的移位画面呢?如果美国方案尚不成熟,本方案自然也有同样的问题。其次,本方案提出的轮流转换频率15 Hz在中国电视制式是不可能实现的,我国规定场频是50 Hz,如隔一场播一个移位画面转换频率是25 Hz,隔二场换一个画面是12.5 Hz,隔三场换是8.33 Hz,15 Hz的数据是怎样得来的尚不清楚。要在电视机上得到逐场或隔场左、右移位的画面,接收端自己就能做。过去为了研究美国方案曾作过一些实验,其中最简单的一种就是左、右平移电视画面。我们以左、右间距0.1、0.2、0.3、...、0.9、1.0 μ s、1.5 μ s、2.0 μ s、2.5 μ s、3.0 μ s的间隔,按逐场移位一次、隔场移位、隔二场、三场直至每25场移位一次多种组合反复试验,结果均是否定的。如果发明者能用实验证明该方案的正确性,不妨组织开路实验或公布自己的实验手段及主要参数如移位频率及移位范围,以促进该方案的实际运用。

综上所述,我国类立体显示技术虽然活跃,但已有的方案都有一些缺陷,有的甚至在立论上就值得商榷。为使可使用的类立体成象技术能迅速地变成可以实际运用的商品,我们分析对比了各种有关的资料,提出以下几点作为一个成功的类立体显示系统的要求:

(1) 全色即双眼所见图象在色度上没有差别以避免双眼竞争。

(2) 彻底分离,即左、右眼所见图象无任何交叉

干扰。

(3) 有符合人眼生理规律的水平视差,使大脑的映象只在左、右方向有深度感,垂直方向无附加深度感。

(4) 通用,即彩色、黑白电视机都可实现。

(5) 少动或不动电视机。所谓不动,是不开电视机后盖。

(6) 价廉,只有价廉才有可能使用户在权衡获得立体感的新奇感并忍受伴随的视疲劳感利弊后,选择使用该项技术。

一种新的类立体显示方案

已有类立体显示技术的种种缺陷,迫使我们从根本上来重新考虑这个问题。既然类立体显示的关键是造成左、右眼所见图象有显示位置上的差别,而已有技术造成的这些差别并不理想,那末什么是比较理想的差别呢?双目所见的图象位置差别本来和颜色毫无关系,用补色来区别这些差别本身就不合理,那又何必用这种违背生理特性的方法呢?类立体显示是在已有平面图象的基础上加工形成的,我们就从这个根本的基础

上重新思考这个问题。

图 13 是最常见的人物近景场面,比如这是一个演员头象,我们会感到这个头象尽管逼真但总缺少了什么。假如这是一个真人站在我们面前,大脑中也会形成一幅头象,那末这两

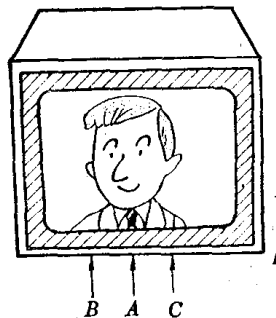


图 13

幅头象之间最大的差别是什么呢?是真人的形象细节上比平面象多一些什么吗?不是,我们闭上左眼,右眼看到的象或闭上右眼,左眼看到的象可能并不比那个电视画面的平面象信息多许多。从细节的描述而言,平面象已具备了足够的信息量。那末差别是什么呢?差别在于深度感,真人的鼻子是突出的,耳朵是靠后的,而电视画面上鼻子和耳朵却在一个平面上。差别就在于在A点,鼻子为什么没有冲前,在B点和C点耳朵为什么没有靠后。我们假定就是这个图象,通过某种手段加以改造,然后通过双眼分别观看。双眼最关注的鼻梁处,两个图象都是显示在A点,而右耳,右眼所见显示在B点不变,左眼所见却在B点以左。对左耳、左眼显示在C点不变,而右眼所见在C点以右,如图 14 所示。这样,根据本文

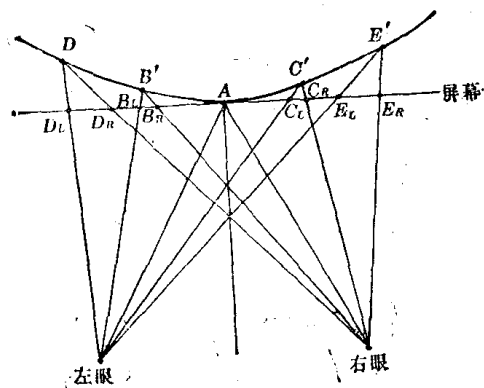


图 14

第一部分所阐述的理论不就在大脑中形成一种完全

B E C F 是原画面的圆
A E C F 是左眼见到的图象
B E D F 是右眼见到的图象

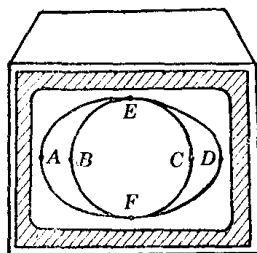


图 15

类似人眼真实视差所造成的真实深度感吗?所以,一种符合人眼视觉生理特性的双眼视差应该是在画面中央,双目均不形成位置差别。在画面右侧,左眼所见图象不变,右眼所见向右延伸。画面左侧,右眼所见不变,左眼所见向

左延伸,造成从中心到边沿深度变化,类似于抛物线。延伸量的大小,按人最熟悉的最有可比性的头象来考虑。人头的高度大约是 30 cm,相当于 18 英寸显象管的屏面高度,双耳宽度约 24 cm,耳到鼻端的深度约 12 cm,这样只要在离中心 12 cm 处造成左右图象大约有 0.37 cm 的位置差就可以了,图 15 表示这时画面上左、右眼应分别见到的图象。按照抛物规律,在象管屏幕边缘处左、右象的差别大约是 1.028 cm 左右,这样,画面上的每一点在水平方向都有相对深度差。除了头象这种最敏感的图象,其他场景的绝对深度差并不是很重要的,比如天高地远,布景的绝对位置等,人们的感觉和实际有些差别已经没有很大意义,第一人并不知道实际场景远近差了多少,第二人较为敏感的是远近有无差别而不是绝对位置究竟在何处。要一台电视机的画面对左、右眼显示如此不同的画面是困难的。至于左、右眼分别应看到的画面,熟悉电视机的人却知道这是很容易得到的。我们设想左、右眼所见的画面用两台电视机来提供,每台电视机产生必要的失真,比如一台电视机左半不变,右半拉长,另一台右半不变,左半拉长,然后通过双眼使用立体镜分别观看这

两幅有意失真画面的办法不就可以来验证我们的设想吗?

基于这个思路,我们设计了下述的实验:将两台同型号的电视机,经过上述调整后,并列地放在桌上,然后尽量将两个画面的失真调到对称,再将亮度、对比度、色度调到一致,右眼通过顶点向左的三棱镜观看右画面,左眼通过顶点向右的三棱镜观看左画面,适当移动电视机的相对位置和人离电视机的距离,使两个画面中心部重合,通过左右眼分别观看对称失真的两台电视机来获取图15的画面效果。

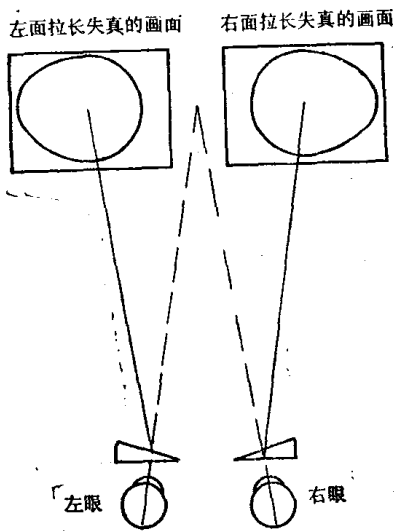


图 16

实验安排可见图 16。实验在各种不同的画面情况下,由各种不同年龄的观看者个别进行,反复多次,各次实验都取得了反映相同的积极结果。参加实验的所有人员都感受到强烈的立体感,这种立体感不论对什么画面都是存在的,在许多场合下非常明显,尤其是在画面中央人物的大特写近景。这种其他类立体显示方案很难有所作为的场景效果显著。现将实验的主要结果记录如下:

(1) 由于三棱镜是完全透明的,左、右眼都没有任何可感觉的亮度色度损失,双眼感受到相同的亮度和色度,无任何视觉竞争或色彩抑制发生。

(2) 画面只产生水平方向的纵深感。深度感稳定不跳跃。

(3) 画面中央区域双目集中的部位画面不变形,不形成深度感,而在左、右两侧向后退去,实际上形成中央突出的感觉。如果交换左、右两只电视机,也可以形成中央不变,左右两侧向前伸出的中央凹进的深度感。这两种景深变化各自对不同的场景效果较佳,前一种对人物效果好,后一种则对部分风景

场面效果较好。总的来说第一种较佳。

(4) 明显地造成字幕与场景分离。画面附加的白色字幕自然地浮现在画面最前部,明显看出字幕是后加的。

(5) 当画面本身具有近、中、远景时,如庭院场景前景是花木,中景是人物,远景是房屋。或舞台特写:近景是麦克风、指挥棒、乐器;中景是头象;背景是天幕,立体效果显著。

(6) 出现人物大特写镜头时,如演员、播音员、讲课老师的头象时,明显地感到有实体感,即感受到前、后区别明显的头部。

(7) 无论对彩色电视和黑白电视效果同样。在观看黑白电视时,立体感觉更加精细。实验是用同样的场面,先看彩色,然后关掉彩色看黑白。

(8) 图象中部有一个变形极小的区域,对稳定的立体感有重要意义。对减轻视觉疲劳有很大好处。

(9) 虽然要求两台电视机调整结果尽量对称,但要精细调到完全对称是极端困难的。人眼似乎不重视这种细微的不对称。大脑似乎有极强的综合能力,总是准确地判断左、右画面哪两点应融合成单象。没有一个人形成复象。进一步的实验证明,只要边沿区两个图象相距不是太远,总能形成单象。当相距太大时,会形成复象,此时不仅无立体感,而且视觉很不适应。

(10) 双眼图象彻底分离,无任何交叉干扰。

作为一种实验,本方案是得到了相当积极的结果。但实验中也观察到一个难以克服的问题,就是一旦找到了最佳位置就不准走动,观看时也不准头部转动,否则由于三棱镜的作用,双眼所见图象会向两侧迅速移动。头部固定产生的疲劳感使人无法坚持看完长约半小时的节目。此外本方案要用两台电视机来进行,因而不可能原封不动的实用化。

有没有办法在这种实验方案的基础上构思出一台电视机就可实现的办法呢?我们认为下述的办法是一种可能的设想,利用一台电视和一付电子快门眼镜再配以适当的电子电路能实现这个目的,下面就是我们的方案:在普通的电视机行偏转线圈回路中串接可变电抗器,调节电抗器的初级电流可以改变电抗器的阻抗从而影响偏转电流的大小,进而改变电子束的扫描位置,造成画面的失真。可变电抗器阻抗增大,偏转电流减小,扫描位置左移。可变电抗器阻抗减小,偏转电流增加,扫描位置右移,这有点象彩电早期使用的枕校线圈。整个系统的方框

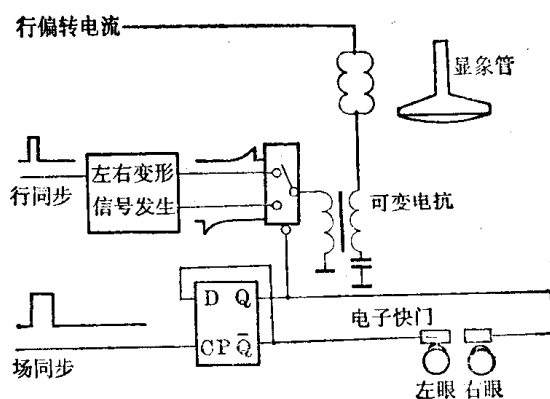


图 17

图如图 17 所示。可变电抗器的初级由行扫描变形信号控制，行变形信号有两种，一场送入左变形电流，另一场送入右变形电流，变形信号的发生则由行同步脉冲控制逐行产生，变形信号选择由场同步脉冲二分频后隔场交换。这个信号同时去控制电子快门信号同步启闭。这样左眼只看见左失真图象，右眼只看见右失真图象，从而实现类立体显示目的。

(上接第 93 页)

平，经 R_{22} 将过热指示发光管 LED_2 点亮。同时，这一电压经 R_{21} 加到 IC_{1A} 的反相输入端，使 IC_{1A} 输出电压下降，继电器 RL 的接点切断主放大器的电源。在采取散热措施，散热器温度恢复正常后，主放大器再进入工作状态。

IC_{1D} 与它的外围电路构成过压保护及指示电路。该电路工作原理如下：从 V_+ (注意这一电压是不稳压的) 经 R_{23} 、 W_2 及 R_{25} 构成分压器，通过 R_{24} 接到 IC_{1D} 的同相输入端。 IC_{1D} 的反相输入端经 R_{26} 接到基准电压端。在电源电压正常时， IC_{1D} 同相输入端的电压比反相端低，输出为低电平。过压指示发光管 LED_3 不亮。当电源电压高到 240V 时， V_+ 相应升高，使 IC_{1D} 同相输入端的电压比反相端高，输出端电压也随之升高。经 R_{28} 将过压指示发光管 LED_3 点亮。同时，这一电压经 R_{27} 加到 IC_{1A} 的反相输入端，使 IC_{1A} 输出电压下降，继电器 RL 的接点切断主放大器的电源。在采取措施，使电源电压恢复正常后，主放大器再进入工作状态。

整机在系统中应用情况及前景

目前，该产品已移交给有关工厂投入小批量生产。整机在上海市川沙县洋泾乡广播站经过夏季高温、雷击和大功率满载输出专线传送的应用考验，证实了晶体管“250W 机”是能适应农村有线广播实际

本方案的优点是黑白、彩色通用，色度清晰度不受影响，双眼感觉相同。缺点是每只眼睛场频降低一倍。此外，目前还没有廉价的快门眼镜。

用左、右失真的图象来实现类立体显示是我们提出的一种设想，一种原理，怎样去实现它完全可以有各种不同的构思，据知，已经有好几种不同的方案正在研究之中。上海的一个研究小组根据本文论述的原理制造了一套全新的类立体显示装置，以非常巧妙的方法完全实现了本文的设想，本文记录的实验方案的优点全部保留，而缺点已完全消除，其效果是相当理想的。作者当然关心他们的发明能否实用化以及经济上是否适用于每个家庭。据透露，该项发明已完全实用化并正在向中国专利局申请专利，在大批量生产的基础上，销售价有把握控制在 20 元以下，每个家庭都可以使用。(国际市场上一套侧向红移装置附两付滤色眼镜的价格是 100 美元，可以说上面提出的价格是非常吸引人的了。)

工作需要的。听音效果上除保留电子管整机低音区松软、厚实的优点外，中音区亮度提高，高音区层次清晰，取得了电子管整机无法达到的效果。由于该站的用户终端已大部分实现 $6\frac{1}{2}$ 英寸动圈化，许多

行家听了“250W 机”转播的激光唱片和调频节目，都认为放音效果比充斥市场，在农村拥有量较多的低档收录机要好得多。87年11月份上海市上海县北桥乡广播站作为国内第一家用晶体管“250W 机”替代了原有的全部电子管扩音机，并对整个机房设备系统进行了相应的改造。在克服了外线传输中的一些问题后，系统已进入稳定，高质运行的工作阶段。

在87年11月份刚结束的农村有线广播技术改造工作会议上，有关领导已正式提出：“晶体管‘250W 机’可入网试用，摸索经验，逐步推广。”由于晶体管化的 250W 扩音机生产时可比电子管整机节约大量有、黑色金属，应用时不仅能提高系统的技术特性，还可大大节约用电，因此，具有重要的现实意义。晶体管化 250W 扩音机要实现定压输出，配复杂的传输线和负载，这是我国特有的课题。因此，要完成用晶体管 250W 机替代电子管整机的技术改造，是技术发展的必然趋势，但要我们做大量艰苦的工作。我们希望更多的专业工作者，特别是从事农村广播事业的同志，广大的爱好者们共同来关心这一事业，以取得更大的技术进步。

自适应滤波器

在电视重影抵消技术中的应用

李 丰 亨

【编者按】 自适应滤波器是一种智能化的信号处理技术。迄今,已在图象处理、数据通讯、语音处理、生物医学工程和微弱信号检测等领域中获得广泛的应用。从70年代中期开始,随着OCD横向滤波器 and 高速微机CPU的发展,它的应用已逐步迈入广播电视技术领域。本文以通俗的形式介绍自适应滤波器的基本原理及其在广播电视领域中的一种应用——重影信号的自适应消除。

自适应滤波的概念对于广播电视领域的广大读者来说可能是陌生的。这是由于:首先,自适应滤波技术只有当它与数字技术相结合时才更能突出它的优点。但数字电视至今尚未普及;其次,用于广播电视的数字运算必须是高速的(相对于对音频以下的信号处理而言),而这种高速运算器件的价格目前还不是一般用户所能够接受的。但从发展来看,广播电视一旦采用了自适应技术便可以使它的质量大大提高(如重影的消除,亮度信号与色度的分离更加彻底等等),而更有意思的是这种技术能在一定条件下自动跟踪环境的变化,包括元件的老化等等,它都有可能实现自动补偿。

对于一般的滤波器,读者是比较熟悉的。那末,自适应滤波器同普通滤波器有哪些区别呢?从稳定情况考虑,它可以同普通的时不变滤波器一样地工作(包括模拟的和数字的)。因此,在稳态情况下,可以把自适应滤波器看成就是一般的时不变滤波器,这便于我们对它进行定量的分析。但是,当外部环境改变时,一般滤波器是无法自动适应外部环境的变化,而自适应滤波器却能够自动调节本身的参量值去追踪环境的变化以使这滤波器的工作条件永远处于最佳状态。这就是自适应滤波器有别于普通滤波器的最大特点,也是“自适应”这三个字的真正含义所在。由此可见,自适应滤波器是一个时变滤波器。正是由于它的时变性质才产生了自动跟踪的能力。不过这种时变性质是对慢速变化的环境而言的,计时的数量级在目前是秒,而对于毫秒级或微秒级变化的信号而言,它是按时不变滤波器的方式来

工作的。

应用自适应滤波器对付像电视重影那样的随环境、频道、使用情况等而改变的信号采用它的必要性是不言自明的。然而,假设我们只要从一个强大的白噪声中提取一个微弱的频率为 f_0 的正弦信号,采用一个窄带的中心频率为 f_0 的带通滤波器就行了,又何必采用自适应滤波器呢?且不说这个 f_0 是否有可能改变的问题,就算 f_0 永远固定不变,要使得带通滤波器的中心频率永远对准这个 f_0 ,实际上是办不到的事情。在白噪声的有效电平超过信号电平十倍、百倍,甚至更高倍的情况下,在理论上这个带通滤波器的通带可能只允许几赫甚至1赫,才有可能把这个正弦信号提出来,且不说通带这样窄的带通滤波器是否有可能实现,要调到这么准确就是一件困难的事情。考虑到元件的老化、运输过程的震动所带来的分布参量的改变,使它“永远对准”显然是件不可能的事情。而自适应滤波器有“自我学习”或“自我锻炼”的本领,在经过一定时间的学习和锻炼之后(称为收敛过程),它又能回到当初的最佳工作状态。如果环境的改变是缓慢的(例如元件的老化)这种锻炼过程是根本感觉不出来的(但对于例如重影的突然改变,例如在改换频道时,这种锻炼过程是有可能被发现的,因为它大约需要好几秒的恢复时间)。其次,假设被提取的信号不是正弦波,而是周期性的非正弦波,这时候采用自适应滤波器的必要性就更为突出了。

采用自适应滤波技术的优点和必要性当然还远不止这些,以上只是从与重影抵消直接或间接有关

的角度提出的。

自适应滤波的基本原理和种类

自适应滤波器既和普通滤波器有相同的一面又有不同的一面。因此,如果要问自适应滤波器究竟是什么?简短的回答是等于普通的滤波器再加上自适应算法。算法是由计算机来完成的,因此自适应滤波器是受计算机控制的滤波器。但一般不需要通用计算机(那样作成本太高)只需要一些专用硬件组成的一个能满足算法要求的数字部件(也算是专用计算机吧)就行了。因此如果去掉算法部分,那末自适应滤波器就是普通的时不变滤波器。当滤波器部分的最佳状态建立时,自适应系统的输出误差等于零,算法部分停止工作,这时候的自适应滤波器就相当于普通滤波器。当环境改变,导致输出误差不为零时,计算部分又开始工作,进行追踪,在这期间自适应滤波器是一个时变滤波器。误差逐渐减小的过程称为算法的收敛过程,也是自适应滤波器自我学习和自我锻炼的过程。当误差再次为零时,算法停止工作,而自适应滤波器又恢复为普通滤波器。由此可见,自适应滤波器的跟踪能力完全是由自适应算法来实现的。有关算法的问题下面还要再谈,这里着重谈结构。

从原则上说,自适应滤波器可以是模拟滤波器也可以是数字滤波器。但由于精确计算的能力只有数字计算机才拥有。因此实用的自适应滤波器绝大部分是数字的,起码是抽样的*。连续的模拟滤波器自然不是这里着重讨论的对象,但为了帮助读者理解自适应滤波器的原理,让我们简短地回顾一下电子稳压器是有益的。电子稳压器可以被看成是一种退化的自适应模拟滤波器,它具有自适应滤波器最基本的东西——误差反馈。在电子稳压器的情况下,这种反馈可以看成是一种最简单的模拟算法,由于这种算法过于简单(相当于只有一个权系数),只能实现幅度反馈而无法完成相位反馈,因此只能对稳定直流成分(无需相位反馈)充分有效,但对于抑制纹波系数却不那么有效了(但一般也能抑制 20 dB 以上)。可以想象,如果把自适应技术用于电子稳压器,要制造出一台纹波系数几乎为零的直流稳压电源是有可能的。至于数字式的自适应滤波器,从滤波器的特性而言,与普通的数字滤波器并无两样,也分成 FIR 滤波器和 IIR 滤波器或两者的结合,一

* 抽样而不量化的滤波器仍旧属于模拟的,但却是离散的。

般也称为 IIR 滤波器。不过在这里: FIR 通常指全零点滤波器;IIR 通常指全极点滤波器;而两者级联的是既有零点又有极点的滤波器。由于自适应算法与数字滤波器的结构密切有关,因此从结构上分,自适应滤波器又可以分为横向滤波器和格形滤波器。横向滤波器由于结构简单,首先被广泛采用。但由于与格形结构对应的算法收敛速度快(意味着跟踪能力强),因此在需要跟踪速度快的语音处理中,近几年来格形滤波器已出现取代横向滤波器的趋势。在重影抵消中,跟踪速度快意味着重影消失的速度快,这自然是好事。但更重要的是抽样频率要高(这意味着时钟频率也要求高),这要求计算速度要快。由于计算量大,收敛速度可能还是慢的。能用于语音处理的集成块不一定能用于视频信号的处理。因此,就目前而论,对于视频信号处理的实现,主要矛盾还是在于器件本身。从结构简单出发,目前仍采用横向滤波器。

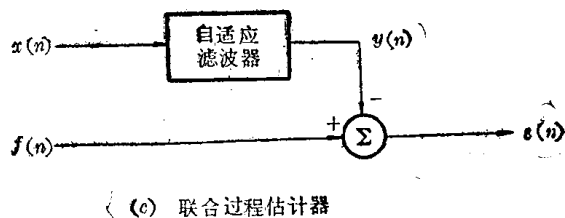
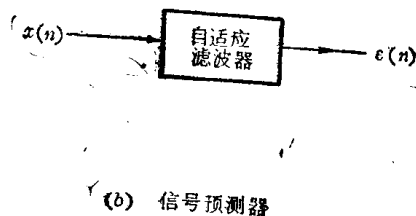
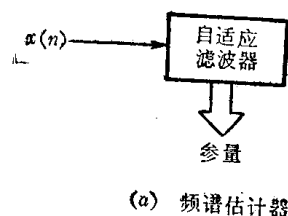


图 1 自适应滤波的种类

对自适应滤波最有特色的分类方法是从用途出发,也是从自适应滤波器的外部接法来分,可以分成三类:第一类(图1(a))称为频谱(或功率谱)估计器。它有一个输入信号 $x(n)$,但没有明显的输出,或者说它的输出就是自适应滤波器的参量(指滤波器的

系数)。由于信号的功率谱与滤波器的参量有关,因此根据这些参量便可以估计输入信号的功率谱。这种自适应滤波器在语音分析中有其重要应用。第二类(图 1(b))称为信号预测器。它把输入信号 $x(n)$ 滤波以得出一个输出信号 $\varepsilon(n)$ 。 $\varepsilon(n)$ 是目前的输入抽样和它的预测值之间的误差,表示为:

$$\varepsilon(n) = x(n) - \sum_{i=1}^n V_i x(n-i) \quad (1)$$

如果设法使 $\varepsilon(n) = 0$ (或使之最小化), 则从(1)得:

$$x(n) = \sum_{i=1}^n V_i x(n-i) \quad (2)$$

上式意味着, 利用自适应滤波器的系数 V_i 和输入信号抽样的几个过去值可以预测输入信号抽样的目前值 $x(n)$ 。这种自适应滤波器也在语音处理中有其重要应用。第三类(图 1(c)) 称为联合过程估计器。图中, 自适应滤波器如果采用 FIR 滤波器, 则滤波器的输出 $y(n)$ 为:

$$y(n) = \sum_{i=0}^n V_i x(n-i) \quad (3)$$

$x(n)$ 和 $f(n)$ 是两个相关信号。 $x(n)$ 通过 $y(n)$ 对 $f(n)$ 进行估计, 其估计误差是:

$$\varepsilon(n) = f(n) - y(n) \quad (4)$$

如果使 $\varepsilon(n) = 0$ (或最小化), 则:

$$f(n) = y(n) \quad (5)$$

这意味着, $y(n)$ 是 $f(n)$ 的准确估计。因此, $f(n)$ 又称为期望响应。在重影抵消中它是给定的培训脉冲。联合过程估计器的应用范围最广泛, 如数据通信中的自适应均衡、长途通讯中的回波抵消、噪声抵消、微弱信号检测以及重影抵消等都采用这种接线方式。不过, 在不同的应用中, $x(n)$ 和 $f(n)$ 有不同的含义。

自适应重影抵消器

图 2 的自适应重影抵消器是根据图 1(c) 画出

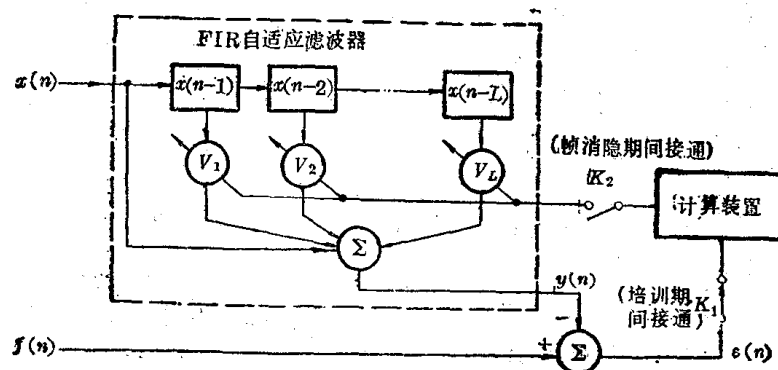


图 2 自适应重影抵消器

的, 它明确地表示了自适应滤波器的权系数 V_i 是受误差信号 $\varepsilon(n)$ 控制的。计算装置用于执行这种算法。控制算法有多种多样, 其中最广泛采用的 LMS (最小均方) 算法是

$$V_i(n+1) = V_i(n) + \beta \varepsilon(n) x(n-i) \quad (5)$$

上式实际上是第 i 个抽头权系数 V_i 的更新规律。它引导权系数往误差最小的方向前进。可以看出, 如果误差 $\varepsilon(n) = 0$, 则 $V_i(n+1) = V_i(n)$ 。这意味着权系数不再更新。这时候自适应滤波器就象一般的时不变滤波器那样工作。 β 是一个可以选择的小常数, 称为步进因子。 β 太小, 算法的收敛速度太慢; β 太大则算法有可能不收敛。

图 2 的工作原理是这样的。在一个帧周期内, 它的工作分为两个阶段: 培训阶段和工作阶段。培训阶段必须是图象信号暂停工作的瞬间, 例如电视信号行的空白行期间或帧消隐脉冲期间 (行消隐脉冲期间嫌时间过短不能利用), 这时候或者由电视台在空白行期间发射一个培训 (也是测试) 脉冲, 或者利用帧消隐脉冲的微分变体。为了说理方便, 我们还是假设这培训脉冲是由电视台特地为测试重影参量而发射的一个已知脉冲, 由于这个脉冲是已知的、约定的, 因此, 可以预先存贮在电视机中作为期望响应 $f(n)$ 。为分析简单, 我们假设这个培训脉冲是一个单位脉冲, 即:

$$f(n) = \delta(n) \quad (6)$$

如果带有一次重影, 则接收机收到的信号 $x(n)$ 将是被污染的带有重影的信号, 表示为:

$$x(n) = \delta(n) + A_2 \delta(n-2) \quad (7)$$

上式表明, 重影 $A_2 \delta(n-2)$ 滞后信号 $\delta(n)$ 两个抽样单位时间, 幅度衰减 A_2 倍 ($A_2 < 1$)。在理论上, FIR 的冲激响应是:

$$h(n) = \delta(n) + \sum_{i=1}^L V_i \delta(n-i) \quad (8)$$