



显示器

原理与检修

技术速成

陈利永

王平 编著



福建科学技术出版社

字符信号输出

彩色

显示器

原理与检修 技术速成

陈利永 王 平 编著



福建科学技术出版社

内容提要

本书共三章。第一章介绍彩色显示器的基本工作原理,并以 AOC 彩色显示器和 COMPAQ 数控彩色显示器为例,介绍彩色显示器的构造原理和电路分析;第二章介绍彩色显示器的检修技术;第三章介绍彩色显示器的典型检修实例;附录介绍彩色显示器常用元器件的技术参数。

图书在版编目 (CIP) 数据

彩色显示器原理与检修技术速成/陈利永,王平编著.

福州:福建科学技术出版社,2001.6 (2002.1 重印)

ISBN 7-5335-1829-2

I. 彩… II. ①陈…②王… III. ①显示器,彩色—原理②显示器,彩色—检修 IV. TN873

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 08196 号

- | | |
|------|------------------------------------|
| 书 名 | 彩色显示器原理与检修技术速成 |
| 作 者 | 陈利永 王平 |
| 出版发行 | 福建科学技术出版社 (福州市东水路 76 号, 邮编 350001) |
| 经 销 | 各地新华书店 |
| 排 版 | 福建科学技术出版社照排室 |
| 印 刷 | 福建二新华印刷有限公司 |
| 开 本 | 787 毫米×1092 毫米 1/16 |
| 印 张 | 13.5 |
| 插 页 | 3 |
| 字 数 | 333 千字 |
| 版 次 | 2001 年 6 月第 1 版 |
| 印 次 | 2002 年 1 月第 2 次印刷 |
| 印 数 | 4 001—8 000 |
| 书 号 | ISBN 7-5335-1829-2/TN·246 |
| 定 价 | 24.00 元 |

书中如有印装质量问题,可直接向本社调换

前 言

随着人民生活水平的提高,计算机系统的家庭普及率越来越高,使得彩色显示器的家庭拥有量也越来越多。在计算机系统中,由于主机部分广泛采用超大规模集成电路,主机的可靠性强,故障率低,因此主机的维修率很低。就目前的情况而言,在计算机系统的各硬件中,有办法修、值得修的部件只有彩色显示器。彩色显示器的主要电路都是工作在高电压、大电流、高功耗的特殊状态下,这些电路为了解决散热的问题,大多是由分立元件组成的,故障率较高,可修性也较强。

目前,市场上介绍彩色显示器维修技术的图书不多,特别是针对只了解模拟电路和数字电路基础知识的计算机维修者来说,可参考的书更少。为了帮助广大的计算机工作者迅速了解彩色显示器的工作原理,掌握检修的方法和技巧,作者从实用的角度出发,参考国内外的有关资料并结合作者多年的教学和维修经验编成本书。

本书由三章组成。第一章介绍彩色显示器的基本工作原理,并以AOC14英寸彩色显示器和COMPAQ数控彩色显示器为实例,对AOC14英寸彩色显示器的实际电路和COMPAQ数控彩色显示器的部分电路进行解剖,详细介绍彩色显示器单元电路的基本组成和信号流程,以帮助初学者迅速掌握彩色显示器电路的组成和工作原理,掌握维修技术。为了增强实用性,本书的第二章介绍彩色显示器的检修技术,第三章介绍彩色显示器的典型检修实例,附录部分介绍彩色显示器常用元器件的技术参数。本书除了供家电维修人员参考外,还可作为有关学校计算机专业和家电维修专业学生的教学参考书。

本书由陈利永、王平主编,参加编写工作的还有董雪封、李云、倪秉仕。在本书编写的过程中,曾参阅并借鉴一些维修杂志、图书的相关资料,特表示衷心的感谢。陈箐、张礼学、张礼群、倪秉玲、卢芳华、黄伯超、刘桂明、黄唏、林和、陈烨、陈昕等参加了资料收集、整理、文字录入和绘图等工作。陈振荣教授对本书的编写工作给予很多指导,

使作者受益匪浅，在此深表感谢。

限于我们的水平，书中舛误疏漏之处在所难免，敬请广大读者批评指正。

作 者

2000.8

AVAV3P/11

目 录

第一章 彩色显示器工作原理	(1)
第一节 显示器基本原理	(1)
一、色度学的基本概念	(1)
二、计算机显示器分类	(4)
三、彩色显示器原理框图	(5)
四、计算机显示卡工作原理	(6)
五、彩色显示器的主要技术性能	(10)
六、彩色显示器与彩色电视机比较	(11)
第二节 CRT 彩色显像管构造原理	(12)
一、彩色显像管构造	(12)
二、彩色显像管显示原理和偏转线圈的结构	(15)
三、彩色显像管的调整	(16)
四、彩色显像管的性能参数	(22)
第三节 彩色显示器单元电路分析	(25)
一、扫描电路	(25)
二、保护电路及亮度控制电路	(51)
三、视频信号处理电路	(54)
四、开关稳压电源电路	(59)
五、冠捷 AOC 14 英寸彩色显示器整机电路和信号波形	(69)
第四节 COMPAQ 17 英寸多频数控彩色显示器部分电路分析	(73)
一、COMPAQ 17 英寸数控彩色显示器的组成框图	(73)
二、行、场扫描电路	(74)
三、数控电路	(82)
四、开关电源电路	(82)
第二章 彩色显示器检修技术	(89)
第一节 彩色显示器检修方法与步骤	(89)
一、检修注意事项	(89)
二、常用检测方法	(91)
三、故障检修步骤	(103)
第二节 主要元器件修复代换	(106)
一、行输出变压器	(106)
二、晶体二极管	(111)
三、三极管、晶闸管	(111)
四、集成电路	(115)
五、彩色显像管	(117)

第三节 彩色显示器主要电路检修	(120)
一、彩色显示器电路检修综述	(120)
二、开关稳压电源电路检修	(120)
三、行扫描电路检修	(125)
四、场扫描电路检修	(132)
五、接口和视频信号处理电路检修	(135)
六、数控电路和 OSD 电路检修	(139)
第三章 彩色显示器检修实例	(141)
第一节 冠捷 AOC 14 英寸彩色显示器检修实例	(141)
例 1 开机不长时间后, 显示内容左右扭曲, 上下晃动	(141)
例 2 光栅成比例地缩小	(141)
例 3 无光栅、无显示, 烧保险丝	(141)
例 4 无光栅, 无显示 (之一)	(142)
例 5 无光栅, 无显示 (之二)	(142)
例 6 无光栅, 无显示 (之三)	(143)
例 7 工作当中突然无显示, 无光栅	(143)
例 8 开机后机内传出“吱吱”的叫声, 屏幕无显示	(143)
例 9 开机有时正常, 有时不正常	(143)
例 10 光栅上部折叠	(144)
例 11 图像扩大, 右边有暗彩条区	(144)
例 12 光栅亮度不足, 且不可调	(144)
例 13 开机时机内传出“吱吱”的叫声, 约 2s 后消失, 黑屏无显示	(145)
例 14 每次开机约 15~20 分钟后无光栅、无显示	(145)
例 15 开机一段时间后, 机内传出“吱”的一声后, 无光栅, 无显示	(146)
例 16 显示正常, 但屏幕左侧有竖条纹	(146)
例 17 屏幕上只有一条垂直亮线	(147)
例 18 光栅发暗	(147)
例 19 垂直幅度时大时小	(147)
例 20 屏幕上经常出现一条水平亮线	(148)
例 21 光栅垂直幅度不够	(148)
例 22 使用过程中无规则自熄	(148)
例 23 工作时字符上下滚动	(149)
例 24 工作时屏幕显示的内容上半部分被压缩	(149)
例 25 屏幕上半部分有光栅, 下半部分无光栅	(150)
例 26 屏幕上只有一条水平亮线	(150)
例 27 工作时字符中心下移整屏的 1/4 左右	(150)
例 28 字符显示为全红色	(151)
例 29 光栅发红并且有回扫线, 一段时间后光栅消失	(151)
例 30 工作时有时有回扫线, 且字符显示模糊不清	(151)
例 31 光栅亮度不可调, 且有回扫线	(152)

第二节	COMPAQ 17 英寸数控彩色显示器检修实例	(152)
例 1	开机后无光栅, 无显示	(152)
例 2	开机后听到烧保险丝的声音, 接着无光栅、无显示	(153)
例 3	关机后不能立即开机, 否则无光栅、无显示	(153)
例 4	开机一段时间后光栅突然消失, 并烧断保险丝	(153)
例 5	开机时行幅变窄, 一段时间后光栅突然消失	(154)
例 6	开机时无光栅, 机内发出“吱吱”叫声(之一)	(154)
例 7	开机时无光栅, 机内发出“吱吱”叫声(之二)	(155)
例 8	开机时无光栅, 机内发出“吱吱”叫声(之三)	(155)
例 9	开机时无光栅, 机内有放电声	(156)
例 10	开机时行幅变窄, 有时光栅正常, 有时无光栅, 故障时机内有“吱吱”声	(156)
例 11	开机时无光栅, 无显示	(156)
例 12	开机无光栅, 但保险丝完好	(157)
例 13	开机时行不同步, 换不同行频显示卡后故障依旧	(157)
例 14	经常烧行输出管	(157)
例 15	开机时光栅为一条水平亮线	(158)
第三节	NEC JC-2001 大屏幕彩色显示器检修实例	(158)
例 1	厚膜块 STK7408H 经常被击穿	(158)
例 2	光栅闪烁跳动	(160)
例 3	显示器工作正常后, “吱”地一声无光栅	(160)
例 4	开机后瞬间, “吱”地一声, 光栅消失	(160)
例 5	使用不同显示卡时, 字符溢出屏外	(161)
例 6	开机后屏幕无光栅, 机内也无“吱吱”声	(162)
例 7	无光栅, 有“吱吱”叫声	(162)
例 8	开机行幅变窄并有“吱吱”声	(162)
例 9	开机几分钟后, 无光栅、无显示	(163)
例 10	无光栅, 不开盖仍可听到开关电源微弱的“吱吱”声	(163)
例 11	行输出管多次被击穿	(163)
例 12	使用行频较低的显示卡时经常自动关机	(163)
例 13	无图像, 无光栅, 有“吱吱”声	(164)
例 14	在各种显示卡驱动下行都不同步	(164)
例 15	画面上部有几条回扫线, 但亮度、对比度可调	(164)
例 16	图像上部严重压缩	(164)
例 17	光栅中间部分扫描不均匀	(165)
例 18	光栅呈水平一条亮线	(165)
例 19	开机时光栅底部不满屏, 约过十几分钟后才恢复正常	(165)
例 20	开机半小时后出现场不同步现象, 调节场同步电位器只能暂时同步	(166)
例 21	光栅为水平一条亮线, 用手拍打机壳, 有时能恢复正常	(166)
例 22	显示内容紊乱	(166)
例 23	开机后图像模糊不清, 工作一段时间后恢复正常	(167)

例 24	开机后荧光屏上呈黄色光栅, 亮度控制正常	(167)
例 25	图像上叠加有回扫线, 并能随光栅亮度的变化而变化	(168)
例 26	亮度关小时图像偏某色	(169)
例 27	光栅过亮, 亮度不能调节	(169)
例 28	NECJC-1404 无光栅、无显示, 也无任何声响	(170)
第四节 SUMSUNG KX-7000 型彩色显示器检修实例		(170)
例 1	开机无光栅、无显示	(170)
例 2	无光栅、无显示, 也没有“吱吱”声	(171)
例 3	显示器经常出现自熄保护现象, 且有“吱吱”声, 电网电压升高时更频繁	(172)
例 4	工作中光栅突然消失, 机内无任何声响, 停一会再开机, 故障依旧	(172)
例 5	开机数分钟后, 图像忽明忽暗, 字符忽大忽小	(172)
例 6	开机不久机壳内冒烟, 关机后再开机无光栅	(172)
例 7	字符显示正常, 但光栅有若干条白亮线上下移动干扰	(173)
例 8	出现不规则色斑, 开机时无消磁声	(173)
例 9	无规律自动停机, 有时可自动恢复, 有时须关机后再开机	(173)
例 10	无光栅、无显示, 有“吱吱”声	(173)
例 11	显示器使用过程中光栅逐渐缩小直至消失	(174)
例 12	开机约十几分钟后光栅突然消失, 关机冷却后故障依旧	(174)
例 13	画面垂直边沿向内凹, 光栅左右两侧向内弯曲, 露出月牙形黑边	(174)
例 14	使用任何显示卡, 光栅在水平方向上均不能满屏, 一端露出黑边	(175)
例 15	开机时图像光栅均正常, 随即突然消失	(176)
例 16	无光栅, 显像管灯丝也不亮	(176)
例 17	无光栅, 显像管灯丝发亮	(176)
第五节 其他型号彩色显示器检修实例		(176)
例 1	日立 HITACHI 48cm 彩色显示器无光栅、无显示, 但电源指示灯亮	(176)
例 2	日立 2010DK 多频彩色显示器显示正常, 但有“吱吱”声	(177)
例 3	日立 2010DK 多频彩色显示器无规律自动停机	(177)
例 4	日立 2010DK 多频彩色显示器光栅幅度缩小	(178)
例 5	日立 2010DK 多频彩色显示器无规律不能启动	(178)
例 6	GW500 彩色显示器开机无光栅、无显示, 指示灯不够亮	(178)
例 7	GW500 型彩色显示器开机烧保险丝	(179)
例 8	GW500 型彩色显示器无光栅, 但指示灯亮	(179)
例 9	GW500 型彩色显示器无光栅、无显示, 但指示灯亮	(180)
例 10	GW500 型彩色显示器有光栅, 但出现行扭	(180)
例 11	GW500 型彩色显示器无光栅、无显示, 有低频啸叫声	(180)
例 12	GW500 型彩色显示器场幅不能调到正常位置	(180)
例 13	BOC1 彩色显示器更换显像管后一直烧行管	(181)
例 14	ENVISION 彩色显示器在高分辨模式下工作行输出不稳定	(181)
例 15	IBM 17 英寸数控彩显加电无显示, 指示灯不亮	(181)
例 16	IBM 17 英寸数控彩显刚开机可正常工作, 但十分钟后无光栅、无显示	(182)

附录 A	14 英寸彩色显示管技术条件	(183)
附录 B-1	LM331 电压频率转换器	(184)
附录 B-2	LM339 低功耗、低失调电压比较器	(186)
附录 C	行、场扫描电路常用器件	(187)
C-1	HA11235 行、场扫描集成电路	(187)
C-2	HA11423 行、场扫描集成电路	(190)
C-3	TDA2595 行、场扫描集成电路	(191)
C-4	LA7851/KA2138 行、场扫描集成电路	(192)
C-5	TDA1170N 场扫描电路	(194)
C-6	TDA1675 场扫描集成电路	(197)
C-7	TDA4800 场扫描集成电路	(199)
C-8	TDA8172 场扫描输出集成电路	(200)
C-9	TDA4950 枕形校正集成电路	(201)
附录 D	三通道宽带放大器	(203)
D-1	LM1203 三通道宽带放大器	(203)
D-2	M51387 三通道宽带放大器	(204)
D-3	TLS1233 三通道宽带放大器	(204)
附录 E	开关电源集成电路	(206)
E-1	μ PC1394 开关电源集成电路	(206)
E-2	TOP200 系列高频开关集成电路	(207)
E-3	TL431 电压调节器	(207)

第一章 彩色显示器工作原理

第一节 显示器基本原理

一、色度学的基本概念

彩色显示器是计算机系统的显示设备。计算机处理的信号是电信号，而彩色显示器给人们提供的却是视觉信号，要想知道电信号是如何转换成视觉信号的，必需了解色度学的一些基本概念。

1. 人眼的视觉效应

视觉是人类对光刺激的主观感觉。光是一种电磁波，在范围极宽的电磁辐射波谱里，可见光只占极窄的一个频率范围（380~780nm）。可见光透过人眼瞳孔到达视网膜，刺激视神经末梢的光敏细胞，光敏细胞对这种刺激的应答，通过视神经传入人体大脑的有关部位，形成人们的视觉效应。

任何一束光对人眼所引起的视觉效果包括两个方面的内容，一是亮度，二是色度（即彩色）。色度包括色调和色饱和度两个方面的内容。在色度学中，把亮度、色调和色饱和度称为彩色的三要素。

亮度表示彩色光被人眼所能感觉到的明暗程度。当色调与色饱和度一定时，人眼感觉到亮度的大小与彩色光的能量成正比。

色调是指彩色的类别，即颜色，如红、橙、黄、绿、青、蓝、紫等。它是彩色最主要的特征，不同颜色的光，具有不同的色调。对于单色光，色调取决于光的波长，不同波长的光，对应不同的色调，如波长为 700nm 的是红色光，波长为 500nm 的是蓝色光等。

色饱和度是指彩色的深浅程度，即彩色被白光的冲淡程度。相同色调的彩色，有深浅、浓淡之分。颜色越深，饱和度越高；颜色越浅，饱和度越低。

在彩色的三要素中，与颜色有直接关系的是色调和色饱和度，利用这两个参数为变量所构成的平面来标定颜色的方法称为色度图表示法。图 1-1-1 为马蹄形色度图。

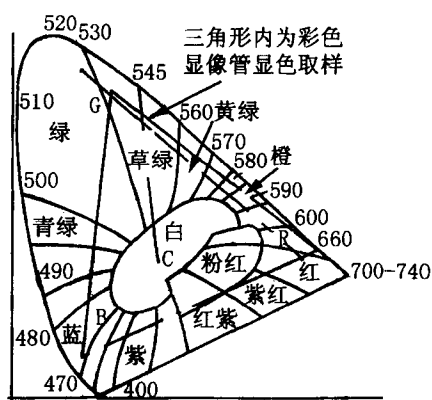


图 1-1-1 色度图

马蹄形色度图边缘的曲线代表各种颜色范围的纯谱色，即从 400nm 的蓝紫色到 740nm 的红色。曲线所围面积内的点代表某种谱色与一定数量白色混合后的颜色，中间的 C 点为国际照明委员会所规定的标准白色点。图中，取曲线上三基色点为顶点的三角形所围的面积为彩色显示器所能呈现的全部色彩。三基色的色度坐标分别为：

红色 (R) $X=0.64$ $Y=0.33$

绿色 (G) $X=0.29$ $Y=0.60$

蓝色 (B) $X=0.15$ $Y=0.06$

在色度图中,通常把白色C点的饱和度定义为0%,把马蹄形曲线上点的饱和度定义为100%。纯色的饱和度为100%,白光的饱和度为零。非纯色的饱和度都低于100%,这些颜色称为非饱和色,它是由纯色加白光组成的。由此可见,单色光掺入白光后颜色的饱和度将下降,所以,色饱和度实质上是表示某种单色光被白光冲淡的程度。

在彩色显示器中,计算机显示卡输出的是彩色图像的亮度和色度(包括色调和色饱和度)这两个表示彩色特征的基本参量。这两个参量在彩色显示器中是由不同的电路来控制的,所以,彩色显示器所呈现图像的亮度和饱和度是可以单独变化的。

同一波长的单色光在人眼内激发的颜色效应是相对灵敏度一定的,与亮度无关。人眼对单色光亮度的视觉效应取决于光源的辐射功率。但对于不同波长的单色光,即使它们的辐射功率相同,人眼感觉到的亮度却有明显的不同。图1-1-2是反映人眼这一视觉特性的曲线,该特性称为人眼的相对视敏度曲线。

人眼的相对视敏度曲线显示出人眼对于电磁波的响应就像一个具有“选频”特性的电路一样,对不同频率的光波,有不同的响应灵敏度。具有同样辐射能量的光波,人眼对波长为555nm左右的黄绿光最为敏感,亮度感最强,相对灵敏度为1;而波长大于或小于这一数值的单色光,其亮度感觉都要减弱,相对灵敏度均小于1;对波长大于780nm或小于380nm的单色光,不管它们的辐射能量有多强,人眼对它们都没有视觉反映,相对灵敏度为0。

应当指出,单色光作用于人眼时的情况在日常生活中是极少见的,自然界对人们视觉起作用的是各种单色光的混合光,人们感觉到混合光的亮度为其所含各种单色光亮度的总和。此外,不同波长的单色光可以引起不同的彩色感觉,但相同彩色感觉的混合光,不一定都是由单色光产生的。事实上,自然界里几乎所有的彩色,都可以由三种基本的单色光混合配出,光的这种特性称为三基色原理。

2. 三基色原理

三基色原理是建立在人眼对彩色视觉特性的基础上,实验发现,将红、绿、蓝三种颜色的光按图1-1-3所示的方法投射到一个白色的屏幕上,调节这三种颜色光的比例,几乎可以得到自然界中所有颜色的光。用来混色的这三种单色光称为三基色。用三基色可以混合出自然界中几乎所有颜色光的原理称为三基色原理。该原理的基本内容是:

(1)自然界中人眼所能观察到的绝大多数颜色,都可以由三种相互独立的基本颜色按一定的比例混合得到;相反,自然界中的

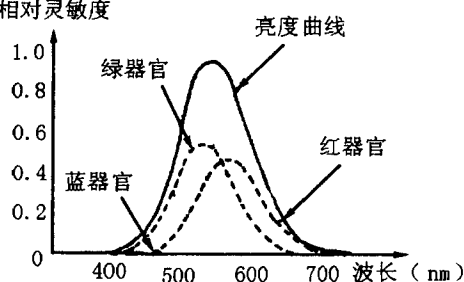


图 1-1-2 人眼的视觉特性

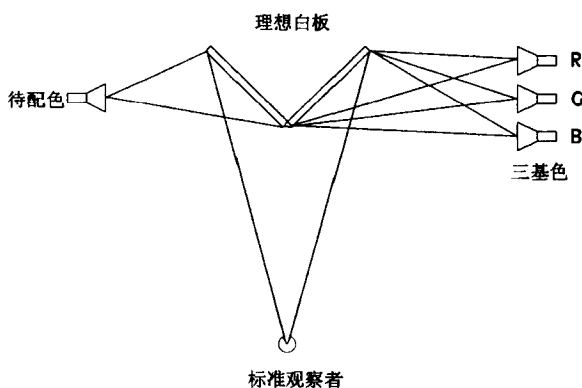


图 1-1-3 三基色混色实验

任意一种颜色也可以分解为不同比例的三种基本色。

(2) 三基色必须是相互独立的彩色，它们中的任一基色都不能由其它两种基色混合产生。

(3) 三基色之间混合色的色调和色饱和度由三基色的比例来决定。

(4) 混合色的亮度等于参与混色的基色的亮度之和。

三基色原理是对彩色进行分解、混合的重要原理，它从理论上推断出用计算机来处理彩色图像的最佳方案是：将计算机要处理的彩色图像分解成红、绿、蓝三基色的电信号进行处理，将处理后的信号以多位二进制数的形式寄存在显示存储器中。显示存储器中的数据经 D/A 转换器变换后，输出三基色的电信号，利用它可控制三基色发光器件将原景物的画面复原，并呈现出来。

3. 彩色的混合

彩色混合的方式有两种：一种是彩色光线的混合，称为相加混色；另一种是彩色颜料的混合，称为相减混色。图 1-1-4 为用等量的红、绿、蓝三基色光进行相加混色的示意图，由图可见。

红色 + 绿色 = 黄色 绿色 + 紫色 = 白色
绿色 + 蓝色 = 青色 蓝色 + 黄色 = 白色
蓝色 + 红色 = 紫色 红色 + 绿色 + 蓝色 = 白色
红色 + 青色 = 白色

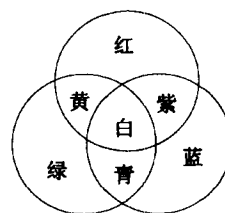


图 1-1-4 相加混色

可以推论，若采用不同比例的红、绿、蓝三基色进行混色，可以得到几乎所有的自然彩色。

上述的相加混色方法是三种光谱不同的基色光直接投射相加混合，叫光谱混色法，其理论主要应用于彩色投影电视机中。

相加混色不仅有光谱相加混色法，还有空间相加混色法、时间相加混色法和生理相加混色法，彩色显示器所采用的混色法是空间相加混色法。空间相加混色法指的是：若将三种基色的光点投射在同一平面的相邻处，只要这三个基色光点足够小，且相距足够近，以至于它对人眼所张的视角小于最小分辨角（人眼对彩色的分辨角为 $4'$ ）时，人眼就不能分辨出它们的各自颜色，所感觉的是三种基色光混合后的彩色光。彩色显像管就是依据这个原理实现彩色混色的。

4. 彩色的亮度方程

三基色原理告诉我们，任何彩色都可以用不同含量的红、绿、蓝三基色来表示，要定量表示它们之间的关系，必需选定计量色光的单位制（计色制）。彩色显示器的计色制所选用的三基色是彩色显像管中三种荧光粉所发出的红、绿、蓝三条光，这三条光称为显像三基色。利用显像三基色，可以把彩色显示器所呈现的图像中任何像素所发出的色光 Y 表示为：

$$Y = (K_R) R + (K_G) G + (K_B) B$$

式中的比例系数 K_R 、 K_G 、 K_B 分别表示 R、G、B 三基色光对亮度的贡献，由实验确定，实验证明 K_R 、 K_G 、 K_B 分别为 0.30、0.59、0.11，将这些系数代入上式，可得彩色显像管彩色的亮度方程为：

$$Y = 0.30R + 0.59G + 0.11B$$

根据亮度方程可得彩色显示器图像信号的电压方程为：

$$E_Y = 0.30E_R + 0.59E_G + 0.11E_B$$

该方程是彩色显示器进行白平衡调节的依据。

二、计算机显示器分类

最早的显示设备是显示字管机，后来先后出现了低分辨率的阴极射线管（CRT）单色显示器和高分辨率的阴极射线管单、彩色显示器。近年来，随着便携式微机的出现，相配套的也出现了不同种类的平板式显示器，这些显示器主要有液晶（LCD）显示器、电致发光（EL）显示器和等离子体（PDP）显示器等。但是，分辨率高、价格低廉的 CRT 彩色显示器仍然是显示器市场的主流产品，本书介绍的彩色显示器主要是高分辨率的 CRT 彩色显示器。

CRT 显示器的发展是与计算机技术的发展相同步的。20 世纪 80 年代以前的显示器主要是黑白低分辨的，20 世纪 80 年代初期出现了彩色低分辨的显示器，后来发展成彩色高分辨的显示器。目前流行的是多行频自同步彩色高分辨的显示器。

在计算机领域，显示器必须和显示卡相配对组成显示系统，这两者的关系密不可分，所以，对 CRT 显示器的分类，通常是以与显示器相配接的显示卡来划分的。根据这一分类原则，可将 CRT 显示器分成以下的五大类。

1. MDA 单色显示器

MDA 单色显示器是与 IBM PC 微机的单色显示适配卡（Monochrome Display Adapter）相配接的显示器。该显示器接收 TTL 数字信号，它的分辨率为 720×350 ，每一屏可显示 25 行和 80 个字符列。颜色有纸白色、黄色、琥珀色和绿色等。MDA 显示器的行频为 18.432kHz，场频为 50Hz。

2. CGA 彩色显示器

CGA 彩色显示器是用来配接 CGA（Color Graphic Adapter）显示卡的彩色显示器。CGA 显示适配卡是根据 IBM 公司所制定的第一个彩色显示标准而生产的。CGA 显示卡能支持 4 种彩色图形和 8 种彩色文本的显示方式，最多可显示的色彩为 16 色。显示彩色时的分辨率为 640×200 ，显示的字符点阵为 8×8 ，文本显示的质量较 MDA 显示器来得差，但显示图形的质量较 MDA 来得好。CGA 显示器接收的信号也是 TTL 数字信号，输出的信号为 TTL 数字和复合视频信号。由于 CGA 显示卡可输出 TTL 数字信号，也可输出复合视频信号，因此，可用普通的彩色电视机来替代 CGA 显示器。CGA 显示器的行频为 15.8kHz，场频为 60Hz。

3. EGA 彩色显示器

EGA 彩色显示器是专门配接 EGA（Enhanced Graphic Adapter）显示卡的彩色显示器。与 CGA 显示器相比，EGA 彩色显示器在显示质量上有显著的提高，它的分辨率可达 640×350 ，能够显示 64 种彩色中的 16 种，显示的字符点阵为 8×16 ，文本显示的质量较 CGA 彩色显示器好，可与 MDA 显示器相媲美。另外，EGA 彩色显示器是一种双频的彩色显示器，它除了能在 EGA 显示卡的驱动下工作，还可以兼容 CGA 显示卡，EGA 彩色显示器接收和输出的都是 TTL 数字信号。EGA 彩色显示器的行频有 15.8kHz 和 21.8kHz 两种，场频为 60Hz。

4. VGA 和 SVGA 彩色显示器

VGA 和 SVGA 彩色显示器是与 VGA（Video Graphic Adapter）和 SVGA（Super Video Graphic Adapter）显示卡相配接的彩色显示器。VGA 是 IBM PS/2 微机彩色显示的标准，它的分辨率可达 640×480 ，在低分辨的情况下可显示 256 种彩色，显示的字符点阵为 24×28 ，VGA 彩色显示器接收的是 R、G、B 三基色的模拟信号。VGA 彩色显示器的行频为 31.5kHz，场频为 60 或 70Hz。

SVGA 彩色显示器是在 VGA 彩色显示器基础上发展起来的一种双频彩色显示器，与

VGA 彩色显示器相比较,SVGA 彩色显示器可提供清晰度更高、稳定度更好的彩色图像。SVGA 彩色显示器在逐行扫描时的显示分辨率可达 800×600 , 在隔行扫描时的显示分辨率可达 1024×768 , 同时它还与 VGA 彩色显示器相兼容, SVGA 彩色显示器接收的也是 R、G、B 三基色的模拟信号。SVGA 彩色显示器的行频有 31.5kHz 和 35.5kHz 两种, 场频为 50~86Hz。

5. 多行频彩色显示器

多行频彩色显示器是为了兼容各种不同的显示卡而开发的, 它可以在很宽的行、场频下工作, 该显示器的分辨率比 SVGA 的还要高, 目前最好的可达 1600×1200 以上。早期的多行频自同步彩色显示器通常都具备 TTL (数字信号) 和 ANOLOG (模拟信号) 输入方式的选择开关。由于当今市场上流行的显示卡输出的都是 R、G、B 三基色的模拟信号, 为了降低彩色显示器的生产成本, 简化彩色显示器的输入电路, 目前市场上流行的多行频自同步彩色显示器都将可接收 TTL 数字信号的功能去掉, 只留下接收 R、G、B 三基色模拟信号的功能。多行频彩色显示器的行频范围是 15.5~60kHz, 场频范围为 50~120Hz。

三、彩色显示器原理框图

计算机显示器目前已发展到超高分辨的显示方式, 且市场上彩色显示器的品牌名目繁多, 虽然不同品牌的彩色显示器质量、性能各异, 但它们的工作原理和组成框图却是大同小异, 熟悉一种品牌彩色显示器的工作原理和组成框图, 对维修其它品牌的彩色显示器很有帮助。本书以 AOC 14 英寸彩色显示器为例来说明彩色显示器的工作原理和组成框图。图 1-1-5 为 AOC 14 英寸彩色显示器的组成框图。

由彩色显示器的组成框图可见, 彩色显示器主要是由接口电路、视频信号处理电路、多行频自同步和自动 S 校正电路、行处理电路、场处理电路、开关电源电路等六个部分组成。根据彩色显示器的组成框图可对 VGA 彩色显示器的工作原理进行简要的讨论。VGA 彩色显示器的工作原理是:

计算机通过显示卡将 R、G、B 三基色信号送入接口电路, 经接口电路的耦合后, 进入视频信号处理电路中进行预放大处理, 处理后的信号经视频信号输出级电路进一步放大后, 成为加在彩色显像管栅-阴极间的视频信号, 去激励彩色显像管工作; 由显示卡送来的亮度信号 (I) 在视频信号输出电路中对 R、G、B 信号进行白平衡调整, 使得三基色信号显示白色图像时的比例分别为 $K_R=0.3$ 、 $K_G=0.59$ 、 $K_B=0.11$, 以保证彩色显示器能正常显示白色的图像信号。

由于不同的显示卡和显示方式将输出不同的行、场同步信号, 彩色显示器要兼容它们, 必须具有不同的行、场扫描信号。为此, 彩色显示器中的同步信号处理电路必须对显示卡送来的行、场同步信号进行识别和调整, 使其极性一致, 并分别将行、场同步信号送往行处理电路, 行频电源电压控制电路和场处理电路中进行处理。这些电路可将显示卡送来的信号处理成不同的行、场扫描频率, 以适应不同的显示方式有不同的行、场频率的要求。

行处理电路主要是由行振荡、行鉴相、预激励等电路组成。行处理电路可确保行振荡频率与同步信号处理电路送来的行同步信号严格同步, 并经预激励电路放大后去推动行输出电路, 输出锯齿波电流, 完成行扫描的工作。

场处理电路主要是由场振荡、自动场幅调整、场中心调整等电路组成, 场处理电路可使自身的场振荡频率与同步信号处理电路送来的场同步信号严格同步, 并通过自动场幅度调整电路和场中心调整电路对不同显示方式下的场扫描幅度和场扫描中心进行调整, 确保光栅的场幅度保持在适当的范围内, 从而避免出现场幅过大或过小的现象。场输出的锯齿波电压还

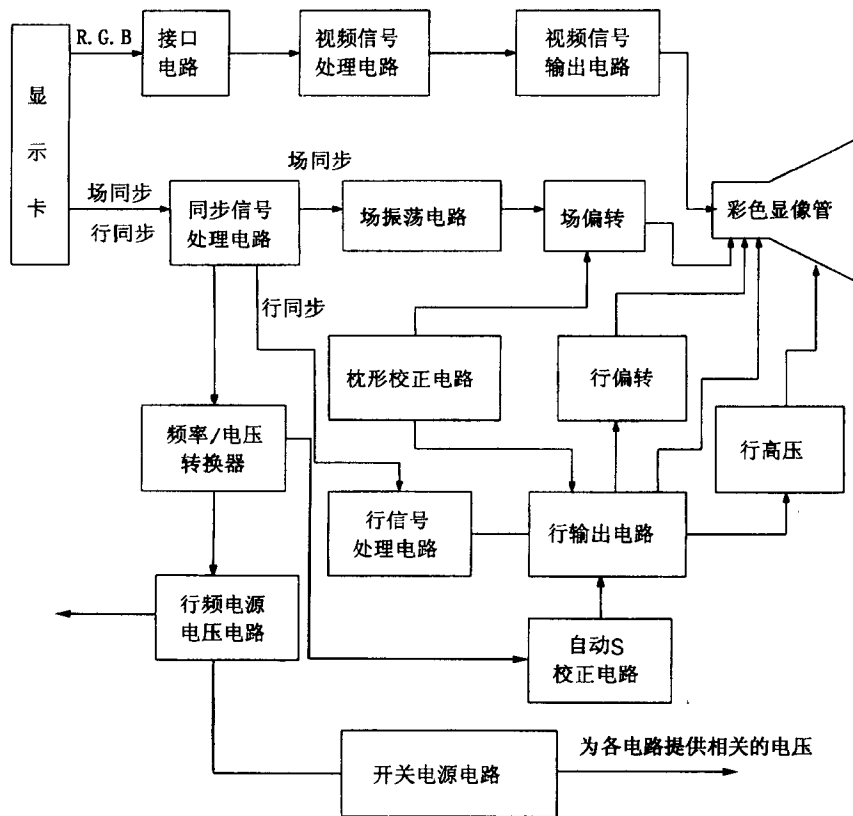


图 1-1-5 AOC 14 英寸彩色显示器的组成框图

要送到枕形校正电路中对因频率不同而产生的枕形失真进行自动校正。

频率/电压转换电路可将不同的行频转换成相应的控制电压，该电压分两路，一路控制自动 S 校正电路中电容的大小，校正因屏幕曲率半径大于电子束偏转线圈半径而引起的失真；另一路控制行输出电路电源电压的输出，使行输出电路的电源电压值随频率的变化而变化。

开关电源电路为彩色显示器的正常工作提供相应的工作电压。

四、计算机显示卡工作原理

1. 计算机显示卡的作用

计算机的显示系统由彩色显示器和显示适配器（显示卡）两部分组成。

显示适配器是计算机中的 CPU 与彩色显示器的接口电路，计算机系统通过主板 I/O 插槽输出的信号主要有地址、数据和相关的控制信号，这些信号均是数字逻辑电路产生的数字信号。在计算机内部为了提高处理数字信号的速度，各种数字信号在 CPU 中都是以并行的形式来传输和处理的，而 VGA 彩色显示器的输入电路只能接收高低电平顺序变化的模拟信号。为了使 VGA 彩色显示器的输入电路能够接收主机送来的显示信号，必须先将 CPU 送出的并行数据转换成串行数据，然后再利用 D/A 转换器将串行的数字信号转换成彩色显示器输入电路所需要的模拟信号，这一转换的任务就是由显示卡来完成。VGA、SVGA 彩色显示器与主机和显示卡的连接图如图 1-1-6 所示。

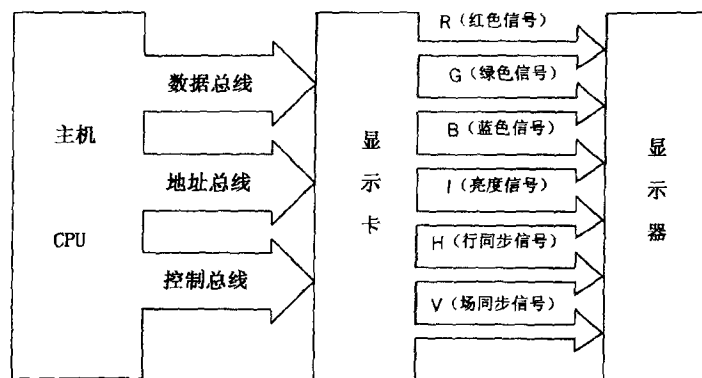


图 1-1-6 VGA 彩色显示器与主机和显示卡的连接

EGA 彩色显示器与主机连接的方式和上述的连接方式基本相同，不同的地方是显示卡输出信号的形式。VGA 和 SVGA 显示卡输出的信号是 R、G、B 三基色的模拟信号，而 EGA 显示卡输出的是 R、G、B 和 R'、G'、B' 六条数字信号。

由彩色显示器与计算机的连接图可见，VGA 显示卡可将 CPU 送来的显示信号处理成 R、G、B 三基色的模拟信号送到彩色显示器中进行显示。为了使显示器能够显示出稳定、清晰的图像，显示卡除了要为彩色显示器提供 R、G、B 三基色的模拟信号外，还必需为彩色显示器提供行（H）、场（V）同步信号；为了使彩色显示器显示出的图像具有色平衡的效果，显示卡还必须给彩色显示器提供亮度（I）信号，该信号可对 R、G、B 三基色的信号进行白平衡的调节，使彩色显示器在显示白色的情况下，三基色的比例为 $R=0.3$ ， $G=0.59$ ， $B=0.11$ ，满足亮平衡方程的要求。

2. 显示卡的组成框图

显示卡在计算机显示系统中所承担的任务决定了显示卡的基本组成是：输入、输出接口电路，数字信号处理器，显示信息寄存器（VRAM），字符信号发生器，图形信号移位器，字符信号移位器，彩色信号编码器，显示模式控制器，时序信号控制器和行、场同步信号发生器等。图 1-1-7 为 VGA 显示卡的组成框图。

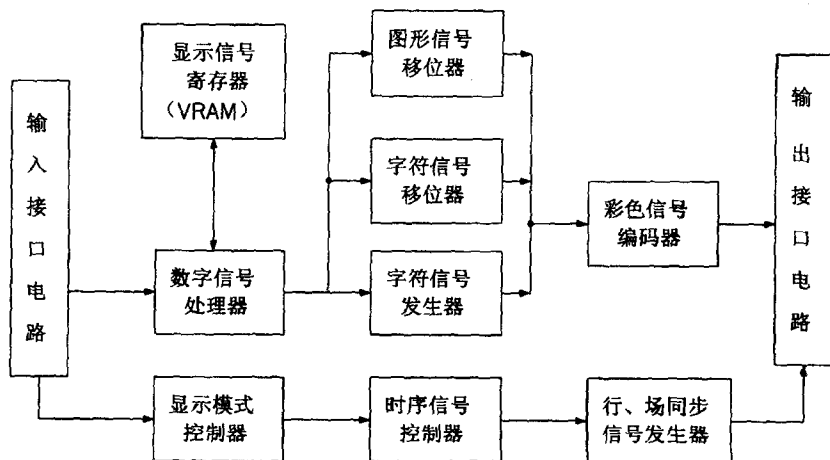


图 1-1-7 VGA 显示卡的组成框图