

郑国川 编著

新型电脑 显示器的 原理与维修



家电维修人员技能拓展培训用书!

XINXING
DIANNAOXIANSHIQI
DE YUANLI
YU WEIXIU

上海科技教育出版社

新型电脑显示器的原理与维修

郑国川 编著

上海科技教育出版社

新型电脑显示器的原理与维修

编 著：郑国川

责任编辑：赵忠卫

封面设计：童郁喜

出版发行：世纪出版集团

上海科技教育出版社

(上海市冠生园路393号 邮政编码200235)

网 址：www.ewen.cc

www.sste.com

经 销：各地新华书店

印 刷：常熟文化印刷有限公司

开 本：787×1092 1/16

字 数：470 000

印 张：19.5

版 次：2004年6月第1版

印 次：2004年6月第1次印刷

印 数：1-5 000

书 号：ISBN 7-5428-3494-0/TP·47

定 价：30.00元

内 容 提 要

电脑不仅在各行各业得到广泛应用,而且在家庭中日益普及。可以预料,电脑在大城市中的普及率达到一定程度后,必将向更广大的中、小城市和农村发展。

电脑和彩电及其他家用电器一样,使用日久也存在维修问题。电脑硬件修理的主要部件就是显示器。由于电脑显示器与彩电在功能上有些相似,因此当电脑用户的显示器出了故障时,自然会请从事彩电修理的家电维修人员进行修理。

为了帮助家电维修人员把维修业务拓展到显示器和其他电脑设备领域,我们编写了这本《最新电脑显示器原理与维修》,凡具有彩电维修基础技术和电脑一般操作能力的家电维修人员,通过对本书的系统学习,能逐步胜任对电脑显示器的维修工作。

本书是为家电维修人员而写,因此,与彩电等家用电器共同的电路知识和基本的检修技术不作重复介绍,重点讲述显示器所涉及的理论知识、电路原理与检修思路。本书共分六章。第一章介绍电脑显示器的技术要求和基本构成;第二章讲述显示器的视频电路;第三章详细介绍显示器的扫描电路;第四章对显示器的开关电源进行仔细分析;第五章重点分析四种自动扫描显示器的最新电路原理;第六章梳理了显示器的维修要点。

本书内容最精彩的部分是第五章,这一章不但较完整地分析了在社会上占有量很大的最新显示器的电路原理,而且还详尽地提供了这些机型中所使用的集成电路引脚功能和实测数据,便于维修人员查阅,实用性很强。

前言

显示器是电脑的终端设备之一,所有数据的输入、输出及其运算结果都要通过显示器的显示让人审视。随着电脑的应用向图形处理领域的扩展,对显示器分辨率的要求越来越高,要求显示器的画面刷新率也越来越快,故而使得显示器的更新升级亦随之加快。

电脑对数据、图形的处理都是通过0和1的数字信号进行的,但加到显示器显示管显示的仍然是模拟信号,因此,电脑必须通过视频显示卡将数字信号转变成模拟的三基色信号,再由显示器显示出来。事实上显示器就是一台R、G、B视频信号处理器和电光信号转换器件组合而成的显示装置,与监视器和普通电视机的显示原理没有本质的区别。但是,毕竟两者的功能和用途不同,各自的电路不尽相同。

30年来,我国彩电普及率提高迅速,亦已形成了一支庞大的维修队伍,电视机维修难的局面已基本解决。然而,电脑及其外设的维修力量明显不足,仅就显示器来说,若不经专门的培训,一般电视机维修人员尚不能胜任。但家电维修人员凭借维修彩电的经验学修显示器毕竟比一般人容易。为了拓展家电维修人员的维修技能,我们编写了这本书,目的是帮助家电维修人员把自己的业务范围拓展到电脑领域,使家电维修人员多一项为民服务的本领,多一条生财之道。由于家电维修人员已具有一定的彩电原理与电路知识,因此本书对电视机与显示器中最基本的部分,如扫描显像原理、偏转电路等一笔带过,重点讲述特殊部分。由于电脑技术的飞速发展,显示器已从单频、双频发展到多频显示,本书在普及显示器电路原理的同时,与时俱进,也介绍显示器最新产品和最新技术,尽管此类产品尚未普及,却已在市场崭露头角。

本书的文字、图表由李洪英终审,参加本书资料搜集、写作、制图、审稿的还有叶福祥、江金林、朱梅、付刚、吴奇坤、张林、吴刚、廖长安、邱国荣、俸国才、俸国良、董自良、李泉、李宏明、黄玉彬、董莹颖、李南江、廖南、高素清、郑冀容、李旭辉等(排名不分先后)。

由于写作时间仓促,书中有不当之处竭诚希望读者指正!

作者:郑国川

于2003年10月

目 录

第一章 彩色显示器概述	1
第一节 显示器的基本概念	1
一、显示器与监视器和电视机视频通道的区别	1
二、显示器的特点	2
三、显示器的分辨率	5
四、显示器的输入信号和接口	7
第二节 显示器的现状和发展趋势	8
第三节 各种显示器的功能特点	10
一、单频单色显示器	11
二、向下兼容 VGA 模式的双频彩色显示器	12
三、基本的多频显示方案	13
四、连续控制的多频自动扫描彩显	14
五、彩显控制系统的发展	16
第二章 彩色显示器的视频放大电路	18
第一节 宽带视频放大器的技术要求	18
一、瞬态特性的重要性	18
二、视频输出级的动态范围	19
三、视频放大器输入、输出信号的相位关系	19
四、直流(DC)视频放大与亮度控制	20
五、放大器带宽与显示模式的关系	21
第二节 宽带视频放大器电路	21
一、三种基本放大电路的特性	21
二、有频率校正的单级共射极宽带视频放大器	23
三、共发-共基级联放大电路的运用	24
四、级联视频放大器的改进	25
五、集成化的宽带视频放大器	28
第三节 显示器的信号输入及前级预处理集成电路	31
一、视频前级处理集成电路 LM1281/1282 的功能及应用	31
二、LM1279N 的功能及应用	33
三、MC13282 的功能及应用	35
四、I ² C 总线控制的集成视频前级电路 M52743 的应用	36

五、集成视频放大前级电路 M52737 的功能与应用	38
六、CXA1044P 的特点及应用	40
七、M51387 的特点及应用	41
八、集成视频处理器 LM1203N 的特点及应用	43
第三章 彩色显示器的行、场扫描电路	45
第一节 双频显示器的扫描电路	46
一、双频显示器的行扫描前级电路及常用集成电路	46
二、双频显示器的单片场扫描电路	54
三、前后级独立的场扫描电路及双频显示的行输出级	58
四、双频彩显行输出电路的特点	63
第二节 双频显示器的同步处理电路	67
一、同步脉冲极性自动转换电路	67
二、双频多模式识别与转换	72
第三节 多频数控自动扫描彩色显示器	81
一、多频自动扫描的新技术	81
二、自动扫描彩显中使用的新器件	89
第四章 彩色显示器的开关电源	108
第一节 开关电源的概况	108
一、开关电源的特点	108
二、开关电源存在的问题及目前的解决方案	108
三、开关电源的种类	110
第二节 自激式并联型开关电源的基础知识	111
一、自激式并联型开关电源	111
二、非周期性并联型 RCC 开关电源	118
三、并联型开关电源的集成化器件	119
第三节 自激式并联型开关电源在彩显中的应用	125
一、IC7423T 型彩显的开关电源	126
二、康柏 TE-1420Q 彩显的开关电源	128
三、WESCOM-600E 型彩显的两组开关电源	130
四、IBM-2 型彩显的正激变换型开关电源	132
五、三星 KX-7000 型大屏幕彩显的开关电源	134
六、光电耦合器和精密稳压器的的工作原理与检测方法	137
第四节 彩显的他激并联型开关电源	138
一、用 μ PC1394 组成的 AST-MPXI 型彩显的开关电源	139
二、使用 MC3842 驱动集成电路的开关电源	141
三、彩显中用 TDA4601 集成电路组成的他激式开关电源	148
四、TDA4605 的功能及其应用	150
第五节 彩显开关电源的特殊电路及元器件	153

一、功率因数的概念和整流滤波电路的功率因数	154
二、提高整流滤波电路 $\cos\varphi$ 的方法	155
三、彩显电源中的其他节能措施	156
四、彩显开关电源的元器件特点及要求	158
第五章 最新数控自动扫描彩色显示器电路详解	163
第一节 飞利浦 CM1700-21 型彩显电路工作原理	163
一、电源供电系统	164
二、显像管的高中压供电电源	171
三、行、场同步处理与待机控制	176
四、宽带视频信号处理电路	179
五、行、场扫描输出级及光栅校正电路	180
第二节 飞利浦 CM8800-17A 型自动扫描彩显电路工作原理	186
一、电源部分	188
二、多频行、场扫描电路及其切换与控制	199
三、CM8800-17A 显示器中显像管供电电路	209
四、视频 R、G、B 处理电路	213
五、控制系统的功能及电路	217
第三节 飞利浦 CM0770 型多频自动扫描彩色显示器电路工作原理	221
一、电源组件板 1103 的功能	222
二、主开关电源	227
三、副电源电路的组成	231
四、有稳压功能的超高压变换器	233
五、消磁控制和电源管理电路	237
六、视频处理电路	241
七、同步信号处理电路	246
八、行、场扫描及控制系统组件	249
九、数控系统	257
第四节 三星多频数控自动扫描彩显电路工作原理	258
一、电源电路	259
二、视频处理电路	262
三、行、场扫描及其附属电路	269
四、控制系统	282
第六章 彩色显示器的检修要点	286
一、彩显开关电源的检修要点	287
二、彩显行输出电路的检修要点	289
三、R、G、B 信号处理系统的检修要点	291
四、行输出变压器的代换要点	292
五、常见彩显故障判断要点	296

第一章 彩色显示器概述

电脑专用的显示器中,单色显示如黑白、橙黄色、绿色等均已被淘汰,现有的通用电脑已不再兼容 CGA、EGA 显示模式。如今,单色显示器只保留在工业控制和商业销售终端,以及特殊用途的场合。单色显示器的电路较简单,只是彩色显示器中的一部分,本书不予介绍。本章主要对彩色显示器的结构特点、专用名词等进行初步介绍,其目的是让读者对彩色显示器有一个轮廓性的认识。

第一节 显示器的基本概念

一、显示器与监视器和电视机视频通道的区别

电视机在接收电视节目时,经过高、中频处理后,最终输出的是复合视频信号。在复合视频信号中包含的信号有:伴音中频信号、行、场同步信号、消隐信号以及亮度信号和色度信号。复合视频信号分离出来后,被送入相关电路进行处理或应用。其中由亮、色信号组成的视频信号经过彩色解码、矩阵变换输出三基色信号,驱动彩色显像管。目前,电视机还兼具各种输入显示功能的监视器。最基本的功能是视频输入显示,后来又增加了亮、色分离的 S 端子。部分高档机型又增加了 Y、C_r、C_b 输入端口和供电脑使用的 R、G、B 输入端口。这种具有 VGA 标准 D 型插口的电视机,是否可以代替 VGA 显示器?或者说此类电视机的 VGA 显示功能与彩显是否有相同的电路结构?结论都是否定的。它们的区别究竟在哪里?若不弄清楚,将对显示器的电路结构产生误解!

电脑的彩色显示器虽然也是由 R、G、B 三基色视频处理电路和扫描系统组成,但是,它不同于电视机的 VGA R、G、B 显示电路,也不同于监视器(即使专业级)的 R、G、B 显示电路,这三者之间有很大区别。电视机和监视器内的显示电路只能兼容显示器极少的一部分功能,即使标明有 VGA 显示功能的电视机,也只能显示 VGA 模式中的一种,即行扫描频率为 31.5kHz,场频为 60Hz,分辨率为 640×480 的 IBM/VGA 模式。而同样分辨率,场频非 50/60Hz 的 VGA 模式,此类电视机都无能为力。有 R、G、B 输入端口的监视器,除可以显示已淘汰的 CGA、EGA 模式以外,对 VGA 模式也无法兼容。

上述局限性源于监视器和电视机扫描系统的特点,即:电视机和监视器的扫描频率可调范围极小。尽管目前出现了大量的倍频扫描电视机,但这一问题仍然存在。电视机的行扫描频率一旦确定,其频率变化被限定在极小的范围之内。倍频扫描电视机为了实现 NTSC 制的逐行扫描,将行扫描频率设定为 30~32kHz,可以实现 31.25~31.5kHz 的强制同步。这种电视机在接收 PAL 制节目时,对于隔行扫描的 625 行、25 帧信号来说,行频为 $625 \times 50\text{Hz} = 31.25\text{kHz}$ 。

在接收 NTSC 制信号时,将隔行扫描 $525/2 \times 60\text{Hz}$ 的行、场频隔行变为逐行,行扫描频率则为 $525 \times 60\text{Hz} = 31.5\text{kHz}$ 。可以求出, PAL 制信号与 NTSC 信号在倍频状态下其行频只相差 250Hz ,完全在行扫描振荡器的同步引入范围之内。而且在 NTSC 制接收状态,其行频恰好与 VGA 模式中 31.5kHz 、 60Hz 的行、场频完全相同,对于这样的倍频电视机,只要在信号的输入端加接输入信号矩阵变换电路和在 R、G、B 电路插入转换开关,输入 VGA 的 R、G、B 信号和行、场同步信号,即可以显示电脑逐行扫描信息。对此类电视机来说,仅仅是电视机的行、场频与显示器的行、场频相同才有这种兼容性,至于显示器的其他标准则另当别论。这里必须说明的是,倍频彩电加入 VGA 的 D 型输入插口和 R、G、B 转换开关以后,还必须在 VGA 插口的行、场频输入电路中增设行、场同步脉冲的变换电路,将电脑输出的 TTL 数字同步脉冲信号通过触发器变换成脉冲宽度符合标准电视信号要求的行、场同步脉冲,才能使行、场扫描稳定同步。

除了倍频扫描电视机以外,欧洲产的普通彩电历来都设有 21 脚的 SCART 标准视频输入/输出插口,此类插口既有 R、G、B 输入功能也有 R、G、B 输出功能。但这种彩电的 R、G、B 插口,即使加入同步脉冲整形电路,也不能输入 VGA 的 R、G、B 信号。因为其行、场频只符合标准的广播制式,只能兼容行频为 $15 \sim 17\text{kHz}$ 、场频为 $50\text{Hz}/60\text{Hz}$ 的 PAL/NTSC 制信号。

至于监视器,无论专业级或家用级,其视频输入显示与电视机没什么区别,专用监视器仅仅是没有高、中频信号处理电路而已。

二、显示器的特点

显示器的特殊用途决定了其电路结构的特点,即使基本原理与电视机完全相同的行、场扫描电路,其电路结构也不同于电视机。普通电视机中,为了压缩频道带宽,采用隔行扫描的方式,因而有其独特的并行失真现象。彩色显示器为了提高分辨率,都采用逐行扫描、多频同步的显示方式。图像显示中,垂直分辨率在同样构造的显像管中和行扫描线数成正比,只有增加扫描线数才能提高图像垂直方向的像素数(扫描线数的极限值受荫罩板孔距的限制),因此,彩显中除尽量减小荫罩板的孔距之外,相应地采用较高频率的行扫描频率,以提高垂直分辨率。而场频的提高,则使每幅显示图像的时间缩短,也就减少了图像的闪烁感,以减少眼睛的疲劳。现在的应用软件,分辨率要求越来越高,除在显示管制造上尽量减小荫罩板的孔距及提高电子枪聚焦性能以外,要求扫描行数也越来越多。目前,大屏幕显示器的分辨率已达到 2000×1600 ,行频也相应提高到了 120kHz 。

电脑发展初期,由于受传统电视设计思路和显示管工艺水平的限制,曾采用过行频为 15.8kHz 、场频为 60Hz 的 CGA 显示模式。很明显,该显示模式是 NTSC 制电视机扫描制式的翻版,其分辨率最高只能达到 640×350 。当时,CGA/EGA 模式的显示器电路结构与 NTSC 制电视机大同小异。随着电脑技术的发展,分辨率要求越来越高,于是各大电脑公司相继开发了 VGA 显示卡。在 VGA、CGA/EGA 显示模式的新旧交替中,由于短时期内不可能全部更新,于是不得已,又出现了 VGA 显示向下兼容 CGA/EGA 的双频显示方案。双频显示是指,其行扫描频率必须能同步于 15.7kHz 和 31.5kHz 两种行频。要兼容相差一倍的两种行频,若不改变行振荡器基本频率只靠强制同步是难以实现的。因此,对双频显示器,无一例外地采用转换行振荡频率的方式。为了区别输入的是 CGA/EGA 信号还是 VGA 信号,CGA/EGA 的行同步脉冲都统一采用正极性,场同步脉冲采用负极性。而对 VGA 显示卡来说,其输出的行同步脉冲则采用负极性,对分辨率为 640×400 ,场频为 $50 \sim 70\text{Hz}$ 的场同步脉冲采用正极性,分辨率为

640 × 480, 场频 60 ~ 85Hz 的场同步脉冲(各大计算机公司的产品场频不相同)则采用负极性。行、场同步脉冲极性的三种组合,分别对应于 CGA/EGA、VGA 三种不同分辨率和三类行、场频组合。VGA 显示器向下兼容的双频显示器,其内部设置了行、场同步极性识别电路、电平转换输出电路、行、场频扫描切换电路等。显示器首先由行、场同步脉冲极性识别电路识别出不同分辨率的显示模式,然后将行、场同步脉冲极性转换为行、场振荡器所需要的同步脉冲极性,以便于稳定地同步。在识别、转换极性的同时,输出不同的控制电平,去控制行扫描电路中决定振荡频率的 RC 电路,使行振荡频率处于同步范围之内。为了避免行频大范围变化引起行扫描电流大幅度的改变,控制电平还要控制行输出级的供电电压、行逆程电容和行 S 校正电容的切换。不同的行、场频导致的场幅、场线性也受模式识别电平的控制作同步切换。显示器扫描电路仅此一项功能,就使显示器电路虽源自于电视机而又与电视机分道扬镳,形成了其特有的扫描系统。即使是最先进的倍频彩电,目前也尚未敢越雷池一步。因为毕竟是彩电,受成本限制不可能与电脑外设相提并论。

20 世纪 90 年代,在国内电脑市场上 VGA 向下兼容 CGA/EGA 的显示器属新产品。随后,开发了最高行频为 53.7kHz、场频为 85Hz、分辨率为 800 × 600 的显示模式和带有该显示卡的电脑主机。短短几年时间内,除了 SVGA 模式,又相继开发出多种 VESA(视频电子学会标准)显示模式。目前面市上的显示器,已具有分辨率为 1600 × 1200、行频为 93.7kHz、场频为 75Hz 的 VESA 显示模式,此类显示器同时能兼容 10 ~ 16 种显示模式,从而形成所谓的多频显示器。当然,双频显示器的行、场同步脉冲极性识别控制显示模式也随之被淘汰,进而出现了具有频率/电压转换功能的行频无级调整电路。多频显示器的控制切换方式随不同型号的产品电路各异,将在以后的有关章节中专门讨论。

彩显中的显示管尽管基本原理与彩电显像管相同,但也有不同程度的改进。电脑的显示内容多为文字、图形,表现为细节的突变信号,因此分辨率是首选指标。分辨率越高,要求图像单位面积内的像素越多、越小。例如报纸上的新闻图片能明显看出由细密的黑点组成,若图像单位面积内的黑点越多、越细,那么这幅图像就越清晰。显示器显示的数据、文字,其本身细小精密,因此,对显示管有更高的要求,这也就造成了彩色显示管与电视机显像管的不同。

显示管与显像管最明显的区别是荫罩板的点距。无论彩色显像管还是显示管,均以不同比例的三基色混合形成彩色图像,每个像素实际由红、绿、蓝荧光粉组成的色点组成,荫罩板上的每一个小孔对应于红、绿、蓝三种荧光粉组成的一个像素。因此,提高分辨率,显示管内荫罩板的孔距(常称为点距)成了衡量显示管分辨率的重要指标。点距越小,屏幕上单位面积内像素越多、越密。彩色显像管点距一般在 0.6 ~ 0.8mm 之间,而电脑用的 12 ~ 14 英寸显示管,其点距有 0.39mm、0.31mm 和 0.28mm 三种,其中 0.28mm 被广泛采用。近年来,为了适应更高分辨率的 VESA 显示器,显示管的点距已缩小到 0.21mm。荫罩板点距的减小,必然要求电子束有良好的聚焦,否则,大部分电子将被荫罩板截获,这不但降低电-光转换效率,而且还会使荫罩板发热变形。聚焦差的结果,将使电子束产生溅射形成混色。因此,显示管中广泛采用具有自动聚焦功能(ART)的大口径电子枪。当电子枪发出的电子束随扫描在屏幕上左右上下移动时,电子枪能自动跟踪聚焦,使电子束在屏幕四角和边缘有同样良好的聚焦和显示效果。多级电子透镜电子枪(MPF)的结构使聚焦效果更好,电子束直径明显变细,不仅改善了清晰度,电-光转换效率也明显提高。由于电脑使用环境多为光照良好的办公场所,因此在显示管制造技术中,使用了黑底增强工艺,即在每组红、绿、蓝基色荧光粉周围涂上黑色石墨层。显示管屏

幕上三基色荧光体占屏幕总面积 60%, 石墨层占屏幕总面积的 40%, 所形成的黑底能有效地吸收照射在屏幕上的环境光。另外, 屏幕表面还复有一层很薄的透明膜, 膜中掺入有机色素, 对不同波长的光线有选择吸收的性能, 红、绿、蓝基色能无损耗地穿透, 而其他波长的光则被吸收。吸收环境光的结果, 在正常光照环境下, 屏幕上的画面能获得更强的反差, 故称这种显示管为黑底增强型显示管。

尽管采取了上述措施, 仍会有外部光线照射在荧光屏上反射给操作者, 屏幕上也难免出现外部景物的影子。为了克服这一现象, 显示管制造厂家又采用了一种新技术, 称之为“防眩光技术”, 即在对外部反射光进行部分吸收的同时再使之漫反射。这种将屏幕表面毛化处理的技术使其呈细微的“磨沙”状, 外部光的反射不是定向反射给操作者, 而是向周围不定向地散射(漫反射)。此项技术不仅使反射光减少了 80% 以上, 还极大地提高了屏幕上画面的对比度。

日前电脑显示器采用的行频有多种标准, 常见的有 30 ~ 50kHz、30 ~ 56kHz、30 ~ 70kHz、30 ~ 85kHz、30 ~ 90kHz, 有些高精度显示管的行频已高达 120kHz。显而易见, 显示器的行频比彩电高得多, 因此对偏转线圈的分布参数要求极为严格, 才能保证偏转线圈具有均匀的磁场分布。因为分布电容与分布电感, 都有可能造成显示管额外的光栅失真。对电脑显示器来说, 在显示数据和文字时, 即使局部小面积的光栅失真也是不允许的。为此, 改进偏转线圈的绕制工艺以保证偏转磁场均匀性, 而减少分布参数则有两种途径: 一是采用高频率、低损耗的高导磁率磁芯, 以在要求的电感量前提下减少偏转线圈的圈数; 二是在显示器的行输出级采用较低的供电电压, 或者将偏转线圈接在行输出变压器初级部分绕组上, 以降低其输出阻抗, 达到配用较小电感量偏转线圈的目的。偏转线圈电感量的减小, 使偏转线圈的总圈数成平方比减小, 分布电容和分布电感的量值亦均都成比例地减小。

近年来, 上述显示管的各项技术已逐渐被彩电显像管所采用, 如动态聚焦、平面显示、黑底显示屏等。但在高清晰度电视(HDTV)正式推广之前, 显像管点距的改进步伐不大, 只有索尼公司生产了一种精密显像的单枪三束管, 34 英寸 16:9 的幕面, 中心部位荫罩板点距只有 0.46mm。这种精密点距的显像管, 对 VGA 信号的显示有利, 而对播放模拟电视节目的意义不大, 然而生产成本却很高。

分辨率的提高, 显示器视频放大器的带宽也将提高。电视机所显示的电视信号, PAL 制带宽上限为 6MHz。若采用倍频扫描, 无论倍场还是倍行(逐行), 都将使单位时间内的信息量增大一倍, 于是视频电路的带宽必须提高到 12MHz, 才能在标准行、场扫描频率时显示相同清晰度的图像。目前, 模拟电视和 DVD 的信号水平分辨率都不超过 500 线, 普通电视机视频带宽也不超过 6MHz。倍频彩电也没有必要使视频带宽超过 12 ~ 13MHz。因为超出信号源最高上限频率, 既不能提高图像的清晰度, 还会降低图像的信噪比。其实, 电视机视频电路的带宽和显像管的最小点距都受制于原始信号源的频带宽度, 即原始信号的最高分辨率, 在此信号的频带宽度, 即在信号最高分辨率以上的范围, 减小荫罩板点距和提高视频电路的带宽都是劳而无功的。只有等高清晰度电视(HDTV)推广以后, 电视机的这两项指标才能真正兼容 VGA 甚至 SVGA 模式。即使倍频电视机, 也不可能为 VGA 输入端口专门设计宽带视频放大器, 或过分减小显像管荫罩板的点距。作为有 VGA 接口的电视机, 毕竟以显示电视节目源为主, 由于受节目源信号的频带宽度的限制, 也没有必要过分提高视频电路的带宽。若过分提高, 会在窄带图像信号输入时, 在屏幕上显示出来的图像, 其屏幕边缘形成浮雕。因此, 电视机兼容 VGA 显示, 只能是基本兼容, 它不能完全代替显示器。电脑显示器专用于数据显示, 虽然数据显示和

图像显示都是显示模拟信号,但是,两者在波形上是有区别的。模拟图像更多的是缓慢过渡的连续信号波形,连续波形的最高频率即为视频的上限频率。而显示器首先要求显示的数据要有清晰的边界,否则将使数据显示分辨率大幅下降。数据边界的突变实际上是由有陡峭前后沿的脉冲波来形成的,尽管这种脉冲的基本重复频率不见得很高,但其前后沿的变化速率却包含了极丰富的高次谐波。如果视频放大器不能如实地放大这些高次谐波,将使脉冲上升和下降沿的陡度减缓,好像被倒了角,其结果将使显示出来的数据、文字边界不清楚。因此,电脑显示器的视频放大器带宽最低限度也要求在 30MHz 以上。目前,多频显示器视频带宽已提高到 200MHz。

彩色显示器电路除上述特点外,对光栅的聚焦、动态会聚、几何失真的要求也比彩电更高。显示管点距越小,对电子束聚焦要求越严格,才能保证电子束着靶更准确、色纯更好。而且,数据显示还要求屏幕四周应有同样良好的聚焦,因为文字、图表对聚焦不良的视觉敏感度远高于模拟图像。几何失真,也是显示器极为敏感的指标之一,电脑在使用表格、制图等软件时,对显示器所显图像的几何失真有非常严格的要求。此外,动态会聚电路也是显示器必不可少的辅助电路之一。为使光栅达到这些要求,在显示器中(甚至最早期的 CGA/EGA 单色显示器中)都具有完善的枕形失真校正电路,其中包括上下和东西枕校电路。而且其校正程度可调,以补偿元器件老化产生的光栅几何失真。近年来,这些改善光栅质量的电路也已被移植到较高档的大屏幕彩电中。

在某些领域,电脑是长期连续工作的设备,因此,其可靠性也不同于家用电视机等娱乐电子设备。即使与电视机相同的功能电路,其设计也周密得多,元器件参数余量也选得较大,以保证其连续工作的可靠性。

三、显示器的分辨率

分辨率是显示器的重要指标,其最高分辨率和模式分辨率是两个完全不同的概念。例如 IBM/VGA 显示标准,有 640×400 、 640×480 两种,而国际视频电子学会的 VESA 标准,则从 640×480 至 1600×1200 有多种标准。各种标准不是指显示器的最高分辨率,更不是指显示器所显示的实际画面的分辨率,而是在某一标准下计算机内视频卡输出的视频信号的最高分辨率。例如,计算机视频输出为 VGA 标准时,其最高水平分辨率为 600 个像素,垂直方向为 480 个像素点。为了在显示器上显示出符合 VGA 模式分辨率的图像,理论上显示器本身最高显示分辨率应不低于输入信号的分辨率,否则,相应显示模式的分辨率得不到发挥,显示在屏幕上的图像分辨率必然被显示器本身的分辨率所限制。譬如目前有些电视机和投影机打出兼容 VGA 甚至 SVGA 的口号,而 SVGA 标准水平分辨率为 800 线,显然电视机显像管没有这么高的分辨率,因为 34 英寸和 29 英寸的显像管点距都在 0.7mm 以上,限制了 SVGA 标准水平分辨率的显示。

显示器的分辨率也并非越高越好。因为,显示器的分辨率越高,要求显示管荫罩板的点距也越小,但点距越小,荫罩板的加工、三色荧光粉的涂覆越困难。此外,对显示器的视频带宽等要求也都相应提高,其结果将使显示器成本大幅提高。当然,工作在 VESA 标准 1600×1200 分辨率下的显示器,这些条件是必须具备的。目前,国内应用最多的还是 VGA 和 SVGA 标准,这作为一般文本显示是足够的。如果只应用 VGA 标准显示,采用高分辨率显示器并不会使重显的图像分辨率提高,其图像分辨率仍被限定在显示标准之内。相反,随着视频放大器带宽的提高,引入噪声干扰的可能性反而增大。显示模式的分辨率标准是不可能逾越的,但在此标准下能否真正显示出有该分辨率的画面,则与显示器的性能相关。

1. 与水平分辨率相关的因素

当显示管荫罩板点距固定以后,可以计算出显示管显示的最高水平分辨率。显示管点距除其孔径以外,点与点之间尚有一定间隔,间隔和孔径之和构成荫罩板的节距。无论显示文本还是图像,两个相邻的节距才能显示一个模拟信号的波长,例如一个点亮和一个点暗,假设点与点的间隔只占一个节距的 10%,那么点距为 P 的显示管其所能显示的最短波长(对应于所能显示的最高视频信号频率)为:

$$\lambda = \frac{P}{0.55}$$

例如 29 英寸显像管,点距为 0.79mm,则可求得 λ 为 1.44mm。而 29 英寸显像管的有效显像幕面宽度为 540mm(指普通 4:3 屏幕),则一行扫描线能显示明暗相间的点为 $540\text{mm}/1.44\text{mm} = 375$ 线。采用相同的计算方式,29 英寸倍频电视机若真正兼容 VGA 标准能显示出 640 线水平分辨率图像的话,则其显示的最短波长应等于 1.18mm,也就是说,显像管荫罩板的点距不能超过 0.6mm。若兼容 SVGA 标准水平 800 线的分辨率,基点距应小于 0.37mm,目前尚无厂家生产此类显像管,索尼公司于上世纪末开发的 29 英寸精密显像管,其中心部位最小点距也只有 0.44mm。

荫罩板点距的减小,只是显示高分辨率图像的必备条件之一。随着点距的减小,相邻三色荧光粉组成的像素点距离也减小,因此,显示管还必须在电子枪、偏转线圈磁场分布上进行改进。若电子束聚焦后焦点过大,电子束的电子会溅射到相邻像素的荧光粉上,将造成色纯不良。若偏转线圈的磁场分布不均匀,电子束在屏幕周边不能准确地穿过极小的荫罩孔,将使屏幕周边色纯变差。

除显示管以外,显示器水平分辨率还与显示器视频放大器的带宽有关。根据上述显示波长的计算方法很容易求出显示管能显示的最高频率。但一般不按此方法进行繁琐的计算,而是根据视频带宽每 MHz/80 线的概数估算视频放大器所需要的视频带宽。在 VGA 模式下,640 线的水平分辨率视频带宽最低为 8MHz,这是在电视图像显像时对视频放大器的最低要求。普通电视机最高水平分辨率为 500 线,故视频带宽一般为 6MHz。电脑显示器显示的内容不单是有软过渡特性的模拟图像,而更多的是以文字、图表为主。文字的模拟波形是硬过渡特性的脉冲,只有脉冲有极陡的前后沿,显示的文字才会有清晰的边界。由于此类脉冲波含有极丰富的奇次谐波,因此不仅要求视频放大器能满足脉冲重复频率的频响要求,还要求对其高次谐波有不失真放大能力。因此,显示器视频放大器所需要的带宽常按上述估计值的 10 倍计算。例如兼容 VESA 模式 1600×1200 标准的显示器,其视频带宽应达到 200MHz。即使是低档次的显示器,其显示管点距为 0.28mm,如果兼容 VESA 模式 1280×1024 的显示标准,其视频带宽也必须在 80~85MHz。所以,评价(或选择)显示器不但要看其兼容最高显示模式的分辨率,显示管的点距和视频带宽也是极重要的指标。很明显,尽管各种显示标准有明确的最高分辨率规定,但最后的显示效果能否达到其标准则与显示器有关。

2. 与垂直分辨率相关的因素

与垂直像素点密度有关的最直接因素是行扫描频率。行扫描频率直接与画面的扫描线数相关,而扫描线数在显像管孔距确定时与形成垂直线条的像素成正比。但是,每幅画面的开始和结束都有一定的场消隐期,使一部分行扫描线不能传送信息,因而垂直方向的像素数永远小于行扫描线数。表 1-1 中列出 16 种显示标准的行、场扫描频率和分辨率,从中不难看出,显示器要达到标准显示模式的垂直分辨率,首先必须有较高的行扫描频率。

表 1-1 早期应用的显示模式行、场频率及同步极性

显示模式	分辨率	行同步脉冲频率与极性		场同步脉冲频率与极性		备 注
		极性	频率 (kHz)	极性	频率 (Hz)	
CGA	640 × 200	+	15.8	-	60	
EGA	640 × 350	+	15.7	-	60	
VGA	640 × 400	-	31.5	+	50 ~ 70	IBM 适用
VGA	640 × 480	-	31.5	-	60 ~ 86	各大公司产品有区别
VGA	640 × 480	-	37.5	-	75	

3. 显示器的场扫描频率

显示器的场扫描频率确定画面亮暗闪烁频率和每幅画面内容的刷新速度。从人眼睛特性来说,对亮暗变化敏感的临界频率为 45Hz。若亮暗交替频率低于 45Hz,人眼看到的屏幕光栅会有亮暗闪烁感,且易使人视觉疲劳。同时,画面的清晰度也大打折扣。为了克服这一现象,希望场扫描频率大于 45Hz。为此显示器的场扫描频率一般不低于 60Hz。50Hz 场扫描的电视机采用 100Hz 倍场扫描也是为了减小这种亮暗闪烁感。

场扫描频率还关系到连续动作的模拟图像是否有更好的连续性。若场扫描频率较高,画面内容更替的速度更快,每秒钟提供的画面内容更多,这样移动画面每幅之间的差别较小。若场频过低,画面将出现跳跃或像木偶般移动。在对文字、图表的显示中,场扫描频率高将提供更快的刷新速度。但场频高低并不直接影响静止显示的分辨率。由表 1-1 可以看出,VGA 模式 640 × 480 的显示标准,场频为 60Hz,而 VESA 模式 1600 × 1200 的高分辨率显示标准,场频同样为 60Hz。

四、显示器的输入信号和接口

根据显示器的工作原理可知,显示器为 R、G、B 三基色输入的视频显示设备,与三基色输入的监视器最大区别是分辨率较高,显示分辨率可控,行、场频可在大范围内变动。彩色显示器输入的 R、G、B 视频信号均为 0.7 ~ 1V_{pp} 的模拟信号,行、场同步脉冲均为 TTL 电平,但输入方式不尽相同。早期的彩显大多数均输入独立的行、场同步脉冲。但在近期的彩显中,虽然输入独立行、场同步脉冲仍较普遍,但已出现输入行 + 场的(标准为 H/H + V)复合同步脉冲的显示器,还有的显示器则在 G 基色输入信号中混合复合同步信号。彩显的信号输入接口普遍采用 15 针 D 型标准接口,接法统一,较特殊的接法则在使用说明中予以特别标注。常见的 15 针 D 型接口各引脚功能在 IBM PC 机和 Apple 苹果机中是不相同的,详见表 1-2。

对于其他型号的显示器,其 R、G、B 输入、行、场同步输入大多与 IBM 标准相同,接地端也相同,区别是第 4、5、9、12、15 脚一般不用。

D 型 15 针接口的标准有两种,其中一种为三排插针的梯形插头。若将插针对准自己,梯形长边在上,第一排插针左起为第 1 ~ 5 脚,第二排为第 6 ~ 10 脚,第三排为第 11 ~ 15 脚。另一种为双排 15 针 D 型插头,引脚号码识别与前种相同。第 1 排为第 1 ~ 8 脚,第二排为第 9 ~ 15 脚。对于某些输入插脚不同的显示器一般在使用说明中标明,并随机附送与 IBM 标准兼容的换接插头与插座。

表 1-2 15 针 D 型接口各引脚功能

引脚编号	各 引 脚 功 能	
	IBM PC 机系统	Apple 苹果机系统
第 1 脚	红基色信号输入端	红基色信号接地端
第 2 脚	绿基色信号输入端	红基色信号输入端
第 3 脚	蓝基色信号输入端	复合同步 H + V 信号输入端
第 4 脚	与第 10 脚连接	读出“0”端
第 5 脚	不用	绿基色及 SOG 同步脉冲信号端
第 6 脚	红视频信号接地端	绿基色信号接地端
第 7 脚	绿视频信号接地端	读出“1”端
第 8 脚	蓝视频信号接地端	空置
第 9 脚	空置	蓝基色信号输入端
第 10 脚	同步信号接地端	读出“2”端
第 11 脚	与 10 相连	场同步和复合同步信号接地端
第 12 脚	串行数据信号 SDA 端	场同步信号输入端
第 13 脚	行同步信号或 H + V 复合同步信号输入端	蓝基色信号接地端
第 14 脚	场同步信号输入端	行同步信号接地端
第 15 脚	串行时钟线 SCL 端	行同步输入端

日前,电脑开始逐渐推广使用 RS-232 接口电路。有 RS-232 输入接口的显示器常用双排插针的 D 型 9 针电缆头,该插头也为梯形,区别是第一排的第 1 脚在右边(与 15 针 D 型插口相反)。RS-232 接口 D 型 9 针插口的各脚接法如下:

第 1 脚与 4 脚相短接,第 2 脚为 RX 端,第 3 脚为 TX 端,第 4 脚与 1 脚短接,第 5 脚为接地端,第 6 脚与 1 脚短接,第 7 脚与 8 脚短接,第 8 脚与 7 脚短接,第 9 脚空置。

第二节 显示器的现状和发展趋势

随着电脑技术的发展,显示器的电路结构也越来越复杂。单色显示器和单频显示器除了还在某些商用收款机、商品查询以及工业生产中使用以外,在通用电脑领域几乎全部被淘汰。日前,电脑大多包含了从最低分辨率 VGA 模式到最高分辨率 VESA 的所有显示标准,较高档的显示器能兼容 14~18 种显示模式,涉及的行频频率从 31.5~120kHz,场频从 60~120Hz。显示器的同步方式也从单频、双频发展到多频显示的无级连续同步,并出现了自动同步的多频自动扫描显示器。

显示器的控制方式也从早期产品的面板手动控制发展到采用由微处理器或单片机的数字控制,控制内容从简单的亮度、对比度、场频扩展到光栅几何失真、色温、分辨率、画面局部放/缩等。虽然控制内容大为扩展,由于采用微处理器或单片机的数字控制,只要通过面板上少量按钮调出菜单选项,便可随心所欲地调整光栅失真、色温、聚焦等各种参数。

随着数字技术使用范围的日益扩大,最近,大多数数控自动扫描彩显又增设了节能电源管理系统。当主机操作暂停或人为待机时,显示器随之进入节能状态,电源部分的功率消耗从额定值下降到额定值的 5% ~ 15%,一旦恢复操作,显示器即自动进入工作状态。为了降低脉冲干扰,功耗超过 100W 的彩显大多加装有源功率因数校正电路,使进入显示器的供电电压波形保持正弦波,失真度小于 5%,相应的功率因数提高到 99%。此举不仅节能,还提高了显示器的电磁兼容性,使显示器向电网反馈的尖脉冲被减小到最低程度。

再一个引人注目的发展是液晶(LCD)显示屏。LCD 起源于笔记本电脑。随着 LCD 制造工艺的改进,LCD 成品率上升,成本降低,因此,15 英寸以下的 LCD 显示器在市场上大量出现。LCD 显示器的确有不少优势,如其厚度、体积、重量以及极低的能耗均非显示管所能比拟,加之,LCD 显示屏无任何辐射,因此,上市以后备受欢迎。于是,有人发出显示管下台的嘘声。不过,我们认为在新事物面前应保持清醒的头脑。无论等离子还是液晶显示屏等平板显示器,它们虽有自己的独特优势,但喊出显示管下台的口号为时尚早!无论在电视机还是在彩显领域,想要完全取代显示管还有待时日。LCD 显示屏只是初生牛犊,目前尚有很多需要改进之处,仅就目前的 LCD 所能达到的技术水平来说,与显示管相比还有以下不足:

(1) LCD 的尺寸受到限制

LCD 的制造工艺极为细腻、复杂,因此,在生产大面积的 LCD 显示屏时要消除所有的盲点几乎是不可能的。目前生产的 LCD 只要单位面积内盲点不超过规定的数量即被认为是合格的。这种盲点类似显示管显示屏被电子束灼伤的黑点(即使 34 英寸的显示管显示屏也不允许出现这种黑点)。生产大尺寸的 LCD 显示屏本来就比较困难,再加上要求盲点极少,就更加困难,所以 LCD 显示屏的尺寸稍许增大一点,其价格便成倍地增长。因此,超过 18 英寸的 LCD 显示屏较少见。

(2) 透光率较差

LCD 显示屏像素发光是靠背光来照明的,通过液晶排列取向改变其透光率达到屏幕显示的目的。每个像素之间的间隔是不透光的,否则干扰画面。因此,LCD 显示屏透光率较差,进而影响对比度范围的扩大。

(3) LCD 缺少灰度层次感

LCD 的灰度特性缺乏缓变的过渡过程,因此,看起来由黑到白或由白到黑总像是由一块块方块突变组成似的。用术语来说就是缺少灰度层次感。LCD 的这种灰度特性对于数据、文字显示不影响其清晰度,但对于显示图像画面,特别是暗场景,画面表现力极差。

(4) 显示响应速度慢

所谓响应速度不是指场频或刷新速度,而是指电-光转换器件从电驱动到正常发光所需要的时间,或从电驱动停止到停止发光所需要的时间。LCD 受控后发光到电信号消失,发光消失的时间称为响应速度。如果响应速度慢的话,那么当驱动信号已改变,画面上光显示将残留一定时间,在此时间内屏幕上光显示将不能随信号及时变化,这样当下一幅图像信号来到之时,上一幅图像的画面尚未消失,必然干扰下一幅画面,造成移动物体的轨迹失真,这时快速移动的点会变成线,快速移动的线则变成由浅到深的面。早期的 LCD 响应速度为 20 ~ 30ms,所以几乎只能显示固定画面。近年来,LCD 涉足便携式电视机领域,其响应速度成了推广的瓶颈,于是生产厂家通过改进生产工艺,生产出了 16ms 的高速显示屏(目前上市产品中极少达到此标准)。16ms 这一指标,是 NTSC 制电视标准场扫描周期(16.6ms)的标称值。若 LCD 不超过 16ms 的响应速度,同样影响其在电视中的应用。即使能达到 16ms 的指标,若在电脑上