

应用电路  
百例丛书

# 数控显示器 电路原理与维修实例

孙光臣 编著



电子工业出版社  
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

应用电路百例丛书

# 数控显示器电路原理与维修实例

孙光臣 编著

電子工業出版社

**Publishing House of Electronics Industry**

北京 · BEIJING

## 内 容 简 介

本书紧跟显示器发展的步伐,介绍了近年来已成为显示器主流机型的数控显示器的电路结构、工作基本原理和维修方法。全书共8章,内容包括显示器技术的发展和近况、显示器的相关概念、数控显示器各部分电路的基本工作原理、常见故障、维修方法以及部分电路中目前常用集成电路的详细资料。

本书内容侧重于实用性。共介绍了69种新型显示器常用集成电路芯片,加上性能相同但型号不同的芯片共上百种,是作者近年来从事显示器维修工作的经验总结和资料积累。可供广大计算机和电子技术爱好者阅读,尤其适合从事显示器研发、生产和维修工作人员参考查阅。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。  
版权所有,侵权必究。

## 图书在版编目(CIP)数据

数控显示器电路原理与维修实例/孙光臣编著. —北京:电子工业出版社,2002. 11

(应用电路百例丛书)

ISBN 7-5053-8090-7

I. 数… II. 孙… III. ① 微型计算机—显示器—电路理论 ② 微型计算机—显示器—维修 IV. TP364.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 084591 号

责任编辑:刘志红

印 刷:北京李史山胶印厂

出版发行:电子工业出版社 <http://www.phei.com.cn>

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

经 销:各地新华书店

开 本:787×1092 1/16 印张:16.75 字数:430千字 插页:3

版 次:2002年11月第1版 2002年11月第1次印刷

印 数:5000册 定价:24.00元

凡购买电子工业出版社的图书,如有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系。

联系电话:(010)68279077

## 前 言

科学技术的发展日新月异,电子技术、计算机技术、多媒体技术、网络技术的飞速发展将人类带入信息时代。电子计算机不仅已被广泛地应用于工矿企业、机关事业单位的事务管理、办公自动化、工业自动控制等各个领域,而且已进入千家万户,成为人们工作、学习、娱乐的重要工具。随着人们生活水平的提高和计算机价格的下降,计算机也日益普及。在这种形势下,计算机及外部设备维修工作的重要性和紧迫性也日益突出。

计算机主机硬件电路板的高度集成化,使元件级修理的可能性和必要性越来越小。而计算机主机硬件的模块化和总线结构又使其板级维修工作易于进行(无非就是换内存条,换硬盘,换软驱,换光驱,实在不行换主板)。对主机来说,主要是软件问题,例如,病毒感染等。打印机的故障率相对小一些,因为是机电一体的设备,机械故障往往多一些。多数打印机的电路也是因为集成度太高而不便进行元件级维修。UPS 不间断电源的故障 90% 左右是电池问题。相比之下,显示器具有较高的“可修性”。因为显示器数量大,一台计算机必然有一台显示器。另外,显示器部分电路工作在高电压、高频、大电流的条件下,故障率较高。再者,显示器只适合进行元件级修理,虽然有一定修理难度,但修理成本低,一般换一个几元或十几元钱的小元件,甚至不换元件,只是焊牢一个虚焊点,就能修复好上千元甚至几千元的显示器。从经济效益上讲,显示器的维修是值得的。

显示器是计算机必不可少的最重要的外部终端设备,是人机对话的窗口,可显示无限丰富的图形、图像和文本信息。随着多媒体技术和网络技术的发展,人们对视频信息显示效果的要求也越来越高。于是,具有多显示模式、高清晰度、高保真度、低辐射、绿色节能、直角平面以及大屏幕等一些高质量、高性能的彩色显示器不断出现。就清晰度而言,14 英寸(1 in = 2.540 cm)的显示器最高分辨率可达  $1024 \times 768$ ,17 英寸以上的显示器最高分辨率可达  $1600 \times 1200$ ,已远远超过了电视机的清晰度。按我国的电视标准(PAL 制),电视机的行扫描频率为 15 625 Hz,场扫描频率为 50 Hz,每帧图像分两场隔行扫描,即帧频为 25 Hz。按显示器分辨率的算法,其每帧的水平扫描线为行频/帧频 =  $15\,625/25 = 625$  行/帧,即最高垂直分辨率为 625 线。扣除行场同步和色同步及行场消隐信号所占用的扫描线数,实际的分辨率肯定还要低(部颁标准中规定,要求显像管荧光屏中心处的垂直分辨率为 350 线,边沿分辨率为 300 线)。水平分辨率 = 标准规定视频带宽(6 MHz)/行频 =  $6 \times 10^6/15\,625 = 384$  点,即电视机的最高分辨率粗算起来为  $380 \times 350$ 。另外,电视机的行扫描和场扫描频率是固定不变的,行频 15.625 kHz,场频 50 Hz。而现在的新型显示器都为多频显示器,为适应不同的显示模式,其行频和场频都要随显卡的同步信号而变。行频和场频的变化不但会引起行场扫描的不同步,而且会引起行幅、行相位、场幅、光栅几何失真校正等的变化。这就要求显示器要有更宽的自动同步范围,并能跟踪行场频率的变化,自动进行调节,以维持行场幅等参数的稳定。新型显示器还具有“即插即用”功能,它能与主机进行通信,将自身的特性告诉主机,以便主机对其进行合理使用。新型显示器还能接受主机的节能控制,根据行场信号的有无,进入 3 种不同模式的节电状态。新型显示器的这些特点使其电路越来越复杂,技术含量越来越高,越来越区别于电视机而成为一种更加专业化的显示设备。

然而,与电视机相比,显示器的有关技术资料更加缺乏。电视机的电路虽然复杂,但有关

电视机维修的书籍和资料比较多,而且都随机带有电路图。显示器的生产厂家比较多,缺乏统一规范,即使同一厂家的产品也有多种型号,而且极少提供电路图。这势必给显示器的维修工作带来许多困难。更主要的是由于显示器的技术发展很快,新型专用集成电路和新的电路设计不断出现,使现有的一些本来就不太多的显示器的书籍资料也很快显得过时。然而,要想做好显示器的维修工作,就必须了解显示器的工作原理、各个单元电路的功能特点,以及晶体管和集成电路各引脚正常工作时的电压及波形。这样才能根据故障现象进行分析和判断,逐步缩小故障范围,缩短维修时间。否则,不是无从下手,就是只能盲目地拆换元件,不但容易走弯路,还可能将故障扩大,最终难以修复。

虽然目前已有液晶显示、等离子显示、阴极射线管(CRT)显示等多种显示屏幕的显示器,但目前 CRT 显示器仍然是龙头老大。它显示的图像分辨率高,清晰稳定,价格较低,在这些方面其他类型的显示器还难以与之抗衡。本书因篇幅所限,只论及 CRT 显示器。

本书急广大显示器维修同行之所急,多方搜集最新显示器的电路图和新型显示器集成电路的资料。以数控显示器为重点,结合本人在工作实践中的心得体验,整理编写成册,希望对显示器维修同行及广大电子技术爱好者有所帮助和启发。

本书在写作过程中得到了康学孔、赵文澄、胡凤娥等同志的热情帮助,在此表示感谢。由于本人水平有限,加之时间仓促,错误之处在所难免,恳请业内同行和广大读者批评指正。

编著者

2002 年 6 月

# 目 录

|                                                                                            |      |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 第1章 概述 .....                                                                               | (1)  |
| 1.1 显示器技术的发展 .....                                                                         | (1)  |
| 1.2 显示器的基本工作原理 .....                                                                       | (1)  |
| 1.3 有关显示器性能指标的几点说明 .....                                                                   | (3)  |
| 1.4 多频显示器的概念和电路特点 .....                                                                    | (6)  |
| 1.4.1 多频显示器的概念 .....                                                                       | (6)  |
| 1.4.2 多频显示器的电路特点 .....                                                                     | (6)  |
| 1.5 数控显示器简介 .....                                                                          | (7)  |
| 1.5.1 数控显示器的特征 .....                                                                       | (7)  |
| 1.5.2 数控显示器的电路结构 .....                                                                     | (7)  |
| 第2章 数控显示器电源电路的工作原理和故障检修 .....                                                              | (10) |
| 2.1 数控显示器电源电路的工作原理 .....                                                                   | (10) |
| 2.1.1 主电源(以 MC44603 电源为例) .....                                                            | (10) |
| 2.1.2 中压、阳极高压电源 .....                                                                      | (13) |
| 2.1.3 行输出级供电电源 B + .....                                                                   | (13) |
| 2.1.4 中压、阳极高压电源的供电电源 .....                                                                 | (15) |
| 2.2 数控显示器电源的故障和检修方法 .....                                                                  | (15) |
| 2.2.1 故障现象及可能原因 .....                                                                      | (15) |
| 2.2.2 开关电源检修方法 .....                                                                       | (16) |
| 2.2.3 开关电源检修注意事项 .....                                                                     | (17) |
| 2.3 显示器电源电路常用芯片 .....                                                                      | (17) |
| 2.3.1 UC3842( KA3842, DBL3842)脉宽调制集成控制器 .....                                              | (17) |
| 2.3.2 TL494( IR9494, $\mu$ PC494, DLAB494, IR3M02, MB3670, MB3759)脉宽<br>调制开关电源控制集成电路 ..... | (19) |
| 2.3.3 TDA4605 开关电源控制集成电路 .....                                                             | (21) |
| 2.3.4 MC44603 高性能脉宽调制集成控制器 .....                                                           | (23) |
| 2.3.5 KA2S0880(2S0680, DP104C)开关电源集成电路 .....                                               | (26) |
| 2.3.6 WT8048 电源节能管理集成电路 .....                                                              | (27) |
| 2.3.7 TL431 电压调节器 .....                                                                    | (28) |
| 第3章 微处理器控制电路的分析与检修 .....                                                                   | (30) |
| 3.1 微处理器的结构和功能 .....                                                                       | (30) |
| 3.2 微处理器在显示器中的应用 .....                                                                     | (30) |
| 3.3 微处理器和 EEPROM 芯片 .....                                                                  | (31) |
| 3.3.1 ST6369 (ST63E69, ST63T69)8 bit 微处理器 .....                                            | (31) |
| 3.3.2 ST72T752J6B1 微处理器 .....                                                              | (32) |

|            |                                        |             |
|------------|----------------------------------------|-------------|
| 3.3.3      | 24C04(KS24C04) 串行电可擦写存储器               | (35)        |
| 3.3.4      | 93C56A/B(93LC56A/B) 串行电可擦写存储器          | (36)        |
| 3.3.5      | 24LC21(24LC21A) 2.5 V 双模式串行电可擦写存储器     | (37)        |
| <b>第4章</b> | <b>场扫描电路</b>                           | <b>(38)</b> |
| 4.1        | 场扫描电路的功能和特点                            | (38)        |
| 4.2        | 场振荡与场锯齿波电压产生电路                         | (38)        |
| 4.2.1      | 场振荡与场锯齿波电压产生方法                         | (38)        |
| 4.2.2      | 场振荡与场锯齿波产生电路工作原理                       | (39)        |
| 4.2.3      | 新型行场扫描集成电路中的场扫描电路工作原理                  | (41)        |
| 4.2.4      | 新型行场扫描集成电路中场扫描电路典型的输出波形                | (42)        |
| 4.3        | 场扫描线性补偿                                | (42)        |
| 4.4        | 场扫描输出电路                                | (44)        |
| 4.4.1      | 场输出电路工作原理                              | (44)        |
| 4.4.2      | 场中心调整电路                                | (44)        |
| 4.5        | 场扫描电路常见故障及维修                           | (45)        |
| 4.6        | 显示器常用场扫描集成电路                           | (46)        |
| 4.6.1      | TDA1675A(TDA1670A) 场偏转集成电路             | (46)        |
| 4.6.2      | TDA1175P 低噪声场偏转集成电路                    | (48)        |
| 4.6.3      | TDA4800 场偏转集成电路                        | (49)        |
| 4.6.4      | TDA4860 场偏转功率放大器                       | (51)        |
| 4.6.5      | TDA4866 场偏转功率放大器                       | (52)        |
| 4.6.6      | TDA8351 直流耦合场偏转集成电路                    | (53)        |
| 4.6.7      | TDA8351AQ 直流耦合场偏转集成电路                  | (54)        |
| 4.6.8      | TDA8170 场偏转功率输出集成电路                    | (56)        |
| 4.6.9      | TDA8172(TDA9302H, TEA8172) 场偏转功率输出集成电路 | (57)        |
| 4.6.10     | KA2142B 场偏转输出集成电路                      | (58)        |
| 4.6.11     | TDA8433 I <sup>2</sup> C 接口偏转控制器       | (59)        |
| 4.6.12     | TDA8145(TDA4950) 左右几何失真校正集成电路          | (61)        |
| 4.6.13     | LM1296 光栅几何失真校正集成电路                    | (63)        |
| <b>第5章</b> | <b>行扫描电路</b>                           | <b>(66)</b> |
| 5.1        | 行扫描电路的功能和特点                            | (66)        |
| 5.2        | 行振荡与自动频率和相位控制电路                        | (66)        |
| 5.2.1      | 行振荡电路                                  | (66)        |
| 5.2.2      | 自动频率控制电路                               | (67)        |
| 5.2.3      | 自动相位控制电路                               | (69)        |
| 5.3        | 行激励电路                                  | (69)        |
| 5.4        | 行输出电路                                  | (70)        |
| 5.4.1      | 行输出电路的工作原理                             | (70)        |
| 5.4.2      | 行扫描失真及补偿                               | (72)        |
| 5.4.3      | 行幅调节的方法                                | (77)        |

|        |                                                    |       |
|--------|----------------------------------------------------|-------|
| 5.4.4  | 行幅调节和左右几何失真校正的实现                                   | (77)  |
| 5.5    | 行扫描电路常见故障及维修                                       | (80)  |
| 5.5.1  | 行扫描电路常见故障及维修                                       | (80)  |
| 5.5.2  | 显示器行输出管毁坏的原因分析及处理                                  | (81)  |
| 5.5.3  | 行逆程脉冲变压器线圈局部短路的判别方法                                | (83)  |
| 5.6    | 常用行(场)扫描集成电路                                       | (84)  |
| 5.6.1  | TDA4850(TDA4851)行场扫描控制电路                           | (84)  |
| 5.6.2  | TDA4852 行场扫描控制集成电路                                 | (86)  |
| 5.6.3  | TDA4853、TDA4854 I <sup>2</sup> C 总线控制多功能自动同步偏转集成电路 | (89)  |
| 5.6.4  | TDA4858 多功能自动同步偏转控制集成电路                            | (92)  |
| 5.6.5  | TDA9102C(TDA9102B)行场扫描控制电路                         | (95)  |
| 5.6.6  | MC13081X 行场扫描及视频处理集成电路                             | (97)  |
| 5.6.7  | STV7778(STV7778S)多功能自动同步偏转控制集成电路                   | (100) |
| 5.6.8  | TDA9103 行场处理集成电路                                   | (104) |
| 5.6.9  | TDA9105A 行场处理集成电路                                  | (108) |
| 5.6.10 | TDA9105 行场处理集成电路                                   | (112) |
| 5.6.11 | TDA9106A 行场处理集成电路                                  | (116) |
| 5.6.12 | TDA9106 行场处理集成电路                                   | (120) |
| 5.6.13 | TDA9109 行场处理集成电路                                   | (124) |
| 5.6.14 | TDA9109/S 行场处理集成电路                                 | (126) |
| 5.6.15 | 行场处理集成电路 TDA9109/SN                                | (130) |
| 5.6.16 | TDA9109A 行场处理集成电路                                  | (133) |
| 5.6.17 | 行场处理集成电路 TDA9109/N                                 | (137) |
| 5.6.18 | TDA9110 行场处理集成电路                                   | (140) |
| 5.6.19 | TDA9111 行场处理集成电路                                   | (144) |
| 第6章    | 视频放大电路及故障检修                                        | (151) |
| 6.1    | 视频放大电路的功能和特点                                       | (151) |
| 6.1.1  | 数控显示器视频放大电路的功能和组成                                  | (151) |
| 6.1.2  | 预视放级的功能和组成                                         | (151) |
| 6.1.3  | 视放输出级的特点和频率补偿电路                                    | (152) |
| 6.1.4  | 调节菜单显示(OSD)功能                                      | (154) |
| 6.2    | 摩尔波纹消除                                             | (154) |
| 6.3    | 视频放大电路的常见故障和维修                                     | (155) |
| 6.4    | 常用视频放大集成电路功能说明                                     | (156) |
| 6.4.1  | LM1203 视频处理器(三路宽带放大器)                              | (156) |
| 6.4.2  | LM1205/LM1207/LM1208/LM1209 视频处理器                  | (158) |
| 6.4.3  | TDA4881 显示器视频处理器                                   | (160) |
| 6.4.4  | TDA4882 显示器视频处理器                                   | (162) |
| 6.4.5  | MC13281FX 视频处理器                                    | (164) |
| 6.4.6  | MC13282E(MC13282A)带菜单接口的视频处理器                      | (167) |



|              |                                                |       |
|--------------|------------------------------------------------|-------|
| 6.4.7        | LM1279 具有菜单接口的 110M RGB 视频前置放大器                | (169) |
| 6.4.8        | LM1281/LM1282/LM1283 带屏幕菜单显示的视频放大集成电路          | (171) |
| 6.4.9        | TLS1233 视频处理器                                  | (173) |
| 6.4.10       | TDA9206/TDA9203A I <sup>2</sup> C 总线控制的带宽视频处理器 | (175) |
| 6.4.11       | 总线控制的 3 通道视频前置放大器 M52742SP                     | (177) |
| 6.4.12       | I <sup>2</sup> C 总线控制的 R/G/B 视频放大器 KA2506-01   | (179) |
| 6.4.13       | LM2405 三通道 CRT 驱动集成电路                          | (181) |
| 6.4.14       | LM2419(LM2416)三通道 CRT 驱动集成电路                   | (181) |
| 6.4.15       | LM2437(LM2439)三通道 CRT 驱动集成电路                   | (183) |
| 6.4.16       | STV9425 STV9425B 菜单显示处理集成电路                    | (184) |
| 6.4.17       | STV9426 菜单显示处理集成电路                             | (186) |
| <b>第 7 章</b> | <b>彩色显像管电路及常见故障检修</b>                          | (188) |
| 7.1          | 显像管电路及各电极的电压范围                                 | (188) |
| 7.2          | 动态聚焦                                           | (189) |
| 7.3          | 显像管电路的常见故障及检修                                  | (190) |
| <b>第 8 章</b> | <b>典型数控显示器整机电路分析</b>                           | (192) |
| 8.1          | 三星 510b 15 英寸数控彩色显示器整机电路分析                     | (192) |
| 8.1.1        | 电源电路                                           | (192) |
| 8.1.2        | 模式识别与控制电路                                      | (197) |
| 8.1.3        | 行场扫描电路                                         | (201) |
| 8.1.4        | 视频放大电路                                         | (204) |
| 8.2          | IBM C51 15 英寸数控平面直角彩色显示器整机电路分析                 | (205) |
| 8.2.1        | 电源电路                                           | (205) |
| 8.2.2        | 模式识别与控制电路                                      | (207) |
| 8.2.3        | 行场振荡及 B+ 控制电路                                  | (210) |
| 8.2.4        | 行推动与行输出电路                                      | (211) |
| 8.2.5        | 场输出电路与视频放大电路                                   | (213) |
| 8.3          | IBM E54 数控平面直角彩色显示器整机电路分析                      | (214) |
| 8.3.1        | 电源电路                                           | (214) |
| 8.3.2        | 模式识别与控制电路                                      | (214) |
| 8.3.3        | 行场处理电路与行推动及行输出电路                               | (215) |
| 8.3.4        | 视频放大电路                                         | (216) |
| 8.4          | 联想 LXH-GJ556 型数控显示器整机电路分析                      | (217) |
| 8.4.1        | 电源电路                                           | (217) |
| 8.4.2        | 模式识别与控制电路                                      | (219) |
| 8.4.3        | 行场振荡及 B+ 控制电路                                  | (222) |
| 8.4.4        | 行推动与行输出电路                                      | (223) |
| 8.4.5        | 场输出电路                                          | (225) |
| 8.4.6        | 视频放大电路                                         | (226) |

|      |                                                     |       |
|------|-----------------------------------------------------|-------|
| 附录 A | 显示器常用小规模集成电路功能说明 .....                              | (227) |
| A.1  | NE555( KA555, MC1455, NE5551) 单定时器 .....            | (227) |
| A.2  | LM358/LM158/LM258/LM2904 小功率差分输入双运放 .....           | (229) |
| A.3  | LM324/LM124/LM224/LM2902 低功耗四运放 .....               | (229) |
| A.4  | LM393/LM193/LM293/LM2903 低失调电压双比较器 .....            | (230) |
| A.5  | LM339/LM139/LM239/LM2901/MC3302 低功耗、低失调电压四比较器 ..... | (230) |
| A.6  | HEF4538B( MC14538B, TS4538) 双可重触发重复位单稳态多谐振荡器 .....  | (230) |
| A.7  | HEF4051B 8 通道模拟多路转换器/多路信号分离器 .....                  | (232) |
| A.8  | HEF4052B 双 4 通道模拟多路转换器/多路信号分离器 .....                | (233) |
| A.9  | HEF4053B 三组 2 通道模拟多路转换器/多路信号分离器 .....               | (234) |
| 附录 B | 常用行输出管主要参数表 .....                                   | (236) |
| 附录 C | 常用场效应管主要参数表 .....                                   | (237) |
| 附录 D | 显示器常用中小功率三极管主要参数表 .....                             | (238) |
| 附录 E | 显示器常用二极管主要参数表 .....                                 | (240) |
| 附录 F | 4 种有代表性的数控显示器电路原理图 .....                            | (241) |

# 第1章 概述

## 1.1 显示器技术的发展

显示器是伴随微型计算机而出现的,其历史不过短短二三十年的时间。最早的显示器是黑白显示器。第一个视频显示标准是 IBM 公司制定的,称为 MDA 标准。MDA 是英文“Monochrome Display Adapter”的缩写,直译为单色显示适配器。MDA 标准只支持字符显示方式,不显示彩色,也无灰度等级。20 世纪 80 年代初才有彩色显示器问世。它被称为 CGA (Color Graphics Adapter)显示标准的显示器。它的分辨率是  $320 \times 200$ ,仅有 4 种颜色。后来又有了 EGA(Enhanced Graphics Adapter)等显示标准的显示器。EGA 兼容 CGA 显示方式,并将分辨率提高到  $640 \times 350$ 。1986 年,美国 IBM 公司首次推出了 VGA(Video Graphics Adapter)显示标准。当时它的分辨率为  $640 \times 480$ (256 色)。在此之前,输入显示器的视频信号都是 TTL 电平的数字信号,以字符为单位,而不是以像素为单位的字符点阵信息,属字符显示方式。显示器与主机之间采用 9 针 D 型连接器连接。自 VGA 显示标准出现以后,数字形式的视频信号改为模拟信号,使视频信号的带宽得以扩大。以字符为单位的字符显示方式变为以像素为单位的图形显示方式。显示器与主机之间的连接也改用 15 针 D 型连接器。由于 MDA、CGA、EGA 等标准的显示器在工作原理和连接方式上都与现在流行的显示标准不同,因此,VGA 标准之前的显示器已被淘汰。早期的 VGA 标准的显示器现在也只能在最低分辨率下工作。从 1986 年以来的短短十几年间,随着微型计算机更新换代的加快,显示器的发展也相当迅速。显示器一直朝着多功能、高清晰度、数字控制、低成本、高性能的方向发展。目前,显示器的分辨率已由  $320 \times 200$  发展到  $1600 \times 1280$  以上,显示颜色由 4 色发展到无穷多色。显像管的点距也由 0.6 mm 缩短到 0.21 mm 以下。行扫描频率由 15.7 kHz 提高到 120 kHz 以上,场扫描频率由 50 Hz 提高到 160 Hz。为适应多种显示方式的要求,现在生产的显示器都是多频显示器。目前,市场上 15 英寸、17 英寸数控显示器已占有相当大的份额。随着生产技术的提高和微型计算机的普及,显示器的性能在不断提高,价格却在不断降低。

## 1.2 显示器的基本工作原理

显示器是计算机的一种最重要的输出设备,它显示的内容来自主机。计算机将由键盘、鼠标等输入设备送入的信息和内部运算结果以二进制数码形式存入内部存储器,并将要显示的信息存入显示卡(简称显卡)上的存储器(简称显存)中。显卡又叫显示适配器,是一块插在主板上的电路板(或者是制作在主板上的一部分电路),它是显示器与主机之间信息交换的桥梁。显卡把主机以二进制数码表示的视频信息转换为显示器能够处理的模拟视频信号,同时加入行场同步信号和其他控制信号,以时间顺序持续送往显示器。在显示器的屏幕内侧均匀地涂有高密度的荧光粉。很细的电子束以极高的速度轰击荧光屏,就会激发荧光粉发光,形成多个小亮点。这些小亮点称为像素。像素发光的强弱由电子束的强弱决定,而电子束的强弱又是

由显卡送出的视频信号控制的。大量的亮暗程度不同的像素聚合在一起,就形成了一幅图像或文字。对彩色显像管而言,像素不是一个单色点,而是按一定规律紧密排列的发红、绿、蓝三基色的三个荧光点,它们分别被三支电子束激发。控制三个电子束的强弱,就会使红、绿、蓝的发光强度不同。强弱不同的三基色混合在一起,便会呈显不同的颜色。显然,单位面积中的像素越多,图像就越清晰逼真。

与显示器的像素相对应,计算机对图像信息的处理也是以像素为单位进行的。图像的每一个像素都和计算机存储器中的一个或多个存储单元相对应,这些存储单元的内容就是代表该像素颜色和亮度信息的二进制编码。显然,每个像素对应的存储单元越多,图像的信息量也越大,显示的图像就越有层次,色彩也越丰富。

图像是由大量的不同颜色、不同亮度的像素集合在一起构成的。但在彩色显像管中只有三只电子束,如果电子束静止不动地只轰击一个像素,就不能形成图像。或者虽然能使电子束运动后轰击每一个像素,但如果不进行及时刷新也不能得到连续变化的活动图像。因此,要想获得连续变化的图像,就必须控制电子束按一定顺序周期性地轰击每一个像素。两次轰击之间的时间间隔要足够短,即轰击的频率要足够高,才能利用人眼的视觉残留特性和荧光粉的余辉作用形成完整的图像。

在显示器的电路中,专门有一部分用于控制电子束运动轨迹的电路,叫行、场扫描电路,总称扫描电路。

行扫描电路控制电子束在水平方向从左到右运动,逐个轰击水平方向上的每个像素发光。当电子束运动到屏幕最右端时,行扫描电路控制电子束迅速返回屏幕最左端,继续下一行的扫描。电子束由左至右的运动叫行扫描正程,由右到左的运动叫行扫描逆程。完成一次行扫描的时间叫一个行周期。其倒数(即每秒行扫描的次数)叫行扫描频率,简称行频。行频越高,单位时间内扫过的行数越多,图像越清晰。

场扫描电路控制电子束在垂直方向上运动,使电子束在进行水平扫描时略有倾斜。当电子束扫完第1行返回屏幕左边时,能依次扫描第2行、第3行……。当扫完最后一行后,场扫描电路使电子束迅速由屏幕右下角返回屏幕左上角,开始下一场图像的扫描。于是,电子束在行、场扫描电路的共同作用下,按一定的时序周期性地轰击荧光屏上的每一个像素,因此形成图像。电子束由上至下的运动叫场扫描正程,由下向上的运动叫场扫描逆程,或叫回扫。完成一次场扫描的时间叫一个场周期。其倒数,即每秒完成场扫描的次数叫场扫描频率,简称场频,又称刷新率。为避免图像变化时出现前面图像的“暗影”,显示器荧光屏上涂的是中短余辉荧光材料。这样就要求电子束不断高速地重复“点亮”各个荧光点。例如,电子束每秒对屏幕上所有点“点亮”60次,场频就是60 Hz。由于荧光点有一个由“熄灭”到“点亮”的循环过程,所以场频不可过小,否则画面会有明显的闪烁感。由于显示器在使用时离人的眼睛很近,为了消除闪烁感,就要提高场频,即提高刷新率。现在新型显示器的场频范围是50~160 Hz。有些游戏程序要求120 Hz以上的刷新率。高的刷新率使画面稳定,有更佳视觉效果。现在的新标准规定,显示器场频达到85 Hz时的最大分辨率,才是真正的最大分辨率。

计算机的显卡在以时间顺序传送视频信号的同时,还传送行场同步信号,用来控制显示器的行场扫描电路,使显卡对显示存储器的扫描与显像管电子束对荧光屏的扫描完全同步。只有这样才能保证显像管的像素与显卡中存储该像素特征的存储单元保持严格的对应关系,否则会造成图像的混乱。

### 1.3 有关显示器性能指标的几点说明

#### 1. 点距

点距是显像管的一个性能指标。点距是指荧光屏上两相邻同色磷光点之间的距离,单位是 mm。常见的显像管点距有 0.31, 0.28, 0.26, 0.25, 0.24 等。荧光屏上每一个彩色点(称为像素)是由红、绿、蓝三原色点组合而成的。彩色点(即一组红、绿、蓝三原色磷光点)荧光粉排布有点状、槽状和栅状三种方式。对点状荧光粉排布的显像管来说,最近的三原色点成等边三角形排列,相邻两个像素“点”之间的距离等于两相邻小三角形中心点之间的距离,这就是像素的“点距”。像素的“点距”比同色点的点距短,其水平“点距”约是同色点点距的 80%,垂直“点距”约是同色点点距的 93%。显然,彩色显示器的分辨率应取决于像素的“点距”。

#### 2. 点频

点频,又称像素时钟,是显示器视频通道带宽的一个指标,其定义是每秒电子束扫描过的图像点的个数。它是数字电路中频率特性的定量描述,以 MHz 为单位。显示器说明书中给出的视频带宽或最大像素时钟都是指点频。一般为几十兆赫到一百多兆赫。点频决定了由显卡向显示设备输出可视点的速度,点频越高,图像的细节越清楚。

#### 3. 分辨率

分辨率是反映图像清晰度的一个指标,用两个数字表示,例如  $640 \times 480$ ,  $800 \times 600$ ,  $1024 \times 768$  等。前者表示水平分辨率,即水平方向可显示的点数;后者为垂直分辨率,即垂直方向的可视点数,近似等于水平扫描线数。这两个数值越大,图像越清晰。水平分辨率与点频有关,垂直分辨率与行频有关,稳定性(不闪烁)与场频有关。

值得注意的是,分辨率有两种,一种是物理分辨率,一种是逻辑分辨率。物理分辨率是指显示器实际能达到的最高分辨率。它取决于显像管的点距和显示器的有效显示尺寸。逻辑分辨率是指显示器能支持的最高分辨率,它是由显卡决定的。只能说在这种分辨率下显示器还能正常工作,而不能保证实际上真能达到这种分辨率。有些显示器使用说明书中往往只给出最高分辨率,并未明确说明是逻辑分辨率还是物理分辨率。当然,可根据给出的显像管的点距和有效显示尺寸算出它的物理分辨率。例如,15 英寸三星 500b plus 型显示器的用户说明书中给出其显像管的点距是 0.28 mm,有效显示尺寸:水平方向是 267 mm,垂直方向是 200 mm。则:

$$\text{水平最高分辨率} = \text{水平长度} / \text{水平像素“点距”} = 267 / (0.28 \times 0.8) = 1192$$

$$\text{垂直最高分辨率} = \text{垂直长度} / \text{垂直像素“点距”} = 200 / (0.28 \times 0.93) = 769$$

也就是说,15 英寸点 28 的显示器的最高物理分辨率是  $1024 \times 768$ 。而在它的用户说明书中所标的最高分辨率是  $1280 \times 1024$ ,显然是逻辑分辨率。在  $1280 \times 1024$  分辨率下工作,有些电子束可能打在同一荧光点上,而另一些可能被阴罩阻隔,实际上达不到  $1280 \times 1024$  的分辨率。

#### 4. 分辨率、点距、扫描频率、点频之间的关系

行频、场频、分辨率、点频之间的关系如下:

$$\text{行周期} = (\text{场周期} - \text{场逆程时间}) / \text{扫描线数}$$

$$\text{行频} = \text{扫描线数} / (\text{场周期} - \text{场逆程时间})$$

$$\text{点周期} = (\text{行周期} - \text{行逆程时间}) / \text{水平点数}$$

$$\text{点频} = \text{水平点数} / (\text{行周期} - \text{行逆程时间})$$

由以上公式可看出,分辨率越高,行频就越高,点频也越高。

## 5. 电源管理

自从 1993 年 6 月世界上兴起“能源之星”绿色电脑以来,显示器都要求有节电功能,即用户开机后长时间(该时间可设定)不用时,显示器自动转入节能状态。现在生产的显示器都符合视频电子标准协会(Video Electronics Standards Association, VESA)的 DPMS(Display Power Management Standards)标准和美国环保局(Environmental Protection Agency, EPA)制定的能源之星(Energy Star)标准。按 DPMS 的规定,显示器根据行场同步信号的有无,确定是否进入节能状态。进入节能状态后还要不断监视行场同步信号的状态,以便随时恢复正常显示。按 VESA 和 EPA 的规定,显示器的电源管理有 4 种状态。一是正常工作状态(ON),这时行、场同步信号都有,显示器正常显示。二是待机状态(Stand by),这时主机只送出场同步信号,无行同步信号。此状态节能少,一般规定节能 20% 以上,但恢复时间短。不关断显像管灯丝电源,只截断电子束的发射。三是暂停状态(Suspend),此时有行同步信号,但无场同步信号。在此节能状态下,行扫描电路停止工作,功耗被限定在 30 W 以下,恢复时间限定在 5 s 以内。四是关机状态(OFF),这时行、场同步信号都没有,显示器内大部分电路停止供电,显像管灯丝电源也被切断,只保留监视电路的电源,以便等行场同步信号出现后恢复显示。该状态下功耗最低,功耗被限制在 5 W 以下。

## 6. 色温

一些高档的显示器具有色温调节功能。色温是指物体发出相应颜色时所需的温度,可以用来表示各种颜色之间的差异。高色温的白色偏蓝,低色温的白色偏红。

## 7. 连接器的形式

除 CGA, EGA, MDA 显示器使用 9 针 D 型插头外,从 VGA 开始,显示器都通过 15 针 D 型插头与微机内的显卡相连。针脚排列及各针脚定义如表 1.1 所示。

表 1.1 15 针 D 型显示器信号电缆连接器针脚排列及定义

| 针脚号 | 信 号       | 针脚号 | 信 号                |
|-----|-----------|-----|--------------------|
| 1   | 视频输入(红)   | 9   | 空脚                 |
| 2   | 视频输入(绿)   | 10  | 逻辑地(也常利用该脚区别联机或脱机) |
| 3   | 视频输入(蓝)   | 11  | 与第 10 脚连接          |
| 4   | 与第 10 脚连接 | 12  | 串行数据线(SDA)         |
| 5   | 接地        | 13  | 水平同步               |
| 6   | 视频接地(红)   | 14  | 垂直同步               |
| 7   | 视频接地(绿)   | 15  | 数据时钟线(SCL)         |
| 8   | 视频接地(蓝)   |     |                    |

15 针 D 型显示器信号电缆连接器针脚说明如下。

- 第 1, 2, 3 脚输入图像的三基色模拟信号,它们是幅值为 0.7 V(峰-峰值)的正信号,输入阻抗为 75Ω。

- 第 6, 7, 8 脚分别接红、绿、蓝三信号线的屏蔽线。

- 第 13, 14 脚输入分离的行场同步信号,它们是 TTL 电平的正或负的脉冲信号。水平同步脉宽应大于 1μs,垂直同步脉冲宽度应大于 560μs。

- 第 12, 15 脚的信号用于实现显示器和主机的双向通信。在“即插即用”系统中,存在串行电可擦写存储器(EEPROM)中的关于该显示器的信息。在时钟的控制下,通过串行数据线

输入主机,使主机了解该显示器的性能、制造厂商和型号,自动优化显示系统。这两条信号线在老式显示器中未被使用(有时也利用第14脚的垂直同步脉冲作串行时钟)。

● 在高分辨率的显示器(如工作站的监视器)中,由于视频信号的频带很宽,而15针D型连接器对高频分量的损失较大,故而改用BNC(Bayonet Nut Connector)连接器。它采用5根同轴电缆插头与显示器连接。它们分别是红、绿、蓝三根视频信号线,行同步信号线(白色或灰色),场同步信号线(黑色)。有时只用3根同轴电缆插头与显示设备连接,分别为红色视频信号、绿色视频信号+复合同步信号(称绿枪同步)、蓝色视频信号。也有用4根同轴电缆插头与显示设备连接的,分别为红色视频信号、绿色视频信号、蓝色视频信号和行场复合同步信号。

## 8. 显示标准和显示模式

显示标准规定了显卡软件操作的规范和硬件上的一些统一标准,主要包括最高分辨率、行场同步频率、同步脉冲极性和信号接口形式等。早期的几种显示模式是由IBM公司制定的,并得到许多厂家的认同。后来视频电子标准协会(VESA)对以往的标准进行了修订说明,并制定了一些分辨率更高的显示标准。

MDA,CGA,VGA,SVGA,XVGA等都是不同显示标准的名称。每个显示标准都有一个或多个显示模式。显示模式主要规定了分辨率、行场同步频率、同步脉冲极性等特征。

现在常见的显示模式有VESA VGA( $640 \times 480$ ,  $640 \times 400$ ,  $640 \times 350$ )、IBM VGA2( $720 \times 400$ )、IBM VGA3( $640 \times 480$ )、VESA SVGA( $800 \times 600$ )、VESA 新 SVGA( $800 \times 600$ )、欧洲 SVGA( $800 \times 600$ )、XGA( $1024 \times 768$ ,  $1280 \times 1024$ )和IBM8514/A( $1024 \times 768$ )等。表1.2所示是15英寸三星500b plus型显示器支持的9种显示模式的特征表。从表1.2中可以看出,每种显示模式都给出了5个特性参数,各显示模式之间最多只有1或2个参数是相同的。这就为多频显示器进行显示模式的识别带来方便。实际上由于这5个参数有一定的内在关系,多频显示器纯硬件识别电路只根据行场同步信号的频率和极性来进行显示模式的识别。而带微处理器的数控多频显示器只根据行场频率进行识别,不同显示方式下行场频率的组合具有惟一性。同时我们还注意到,分辨率是区别显示方式的重要标准,但不是惟一标准。分辨率不同时显示模式肯定不同,而不同的显示模式可能有相同的分辨率,但行频、场频肯定不同。

表 1.2 15英寸三星500b plus型显示器支持的9种显示模式特征表

| 显示模式                       | 行频/kHz | 场频/Hz  | 带宽/MHz  | 同步极性/(H/V) |
|----------------------------|--------|--------|---------|------------|
| IBM VGA2, $720 \times 400$ | 31.469 | 70.087 | 28.322  | -/+        |
| IBM VGA3, $640 \times 480$ | 31.469 | 59.940 | 25.175  | -/-        |
| VESA, $640 \times 480$     | 37.500 | 75.000 | 31.500  | -/-        |
| VESA, $800 \times 600$     | 46.875 | 75.000 | 49.500  | +/+        |
| VESA, $800 \times 600$     | 53.674 | 85.061 | 56.250  | +/+        |
| VESA, $1024 \times 768$    | 60.023 | 75.029 | 78.750  | +/+        |
| VESA, $1024 \times 768$    | 68.677 | 84.997 | 94.500  | +/+        |
| VESA, $1280 \times 1024$   | 63.981 | 60.020 | 108.000 | +/+        |
| MAC, $640 \times 480$      | 35.000 | 66.667 | 30.240  | -/-        |

## 9. 即插即用功能

所谓即插即用(plug & play),就是将有关该显示器特性的数据存储在显示器中的存储器中。Windows操作系统在启动时通过数据通道提取这些数据,使主机了解该显示器的型号、特性,并进行自动设置,以便使显示器能工作在最佳状态。当然,要实现即插即用功能,除显示

器具有即插即用功能外,显卡也应具有这种功能。

## 1.4 多频显示器的概念和电路特点

### 1.4.1 多频显示器的概念

多频显示器一词来自英语“multi-frequency monitors”。有时又叫多模式显示器(multimode monitors)、自动同步显示器(autosyn monitors)或多扫描方式显示器(multiscan monitors)。多频显示器就是在多种行场扫描频率下都能正常工作的显示器。它能支持多种图像显示模式。

20 世纪 80 年代中期,日本 NEC 公司首先推出了多频显示器。当时世界上已出现多种显示模式和多种显示卡,多频显示器的推出解决了一种显示器适用于多种显示卡的问题。

随着计算机及显示器技术的不断发展,显示模式和显示卡的种类也不断增多。另外,现在一种显示卡同时具有处理多种显示模式的功能,Windows 操作系统也为改变显示模式提供了方便,所以现在生产的显示器几乎都是多频显示器。

### 1.4.2 多频显示器的电路特点

与单一扫描频率的显示装置相比,多频显示器必须能自动调节由于行、场频改变引起的各种显示效果的改变。因为行场偏转线圈和行输出变压器都是感性元件,行场振荡电容、锯齿波形成电容等都是容性元件。这些元件的电特性都与频率密切相关。因此,扫描频率的改变会引起行幅、场幅、行相位等的改变。

行幅与行频的关系如下。根据显像管行偏转线圈的功率指数公式

$$S_H = L_Y I_{P-P}^2$$

因  $I_{P-P} = \frac{V_{CC} T_s}{L_Y}$ , 所以,

$$S_H = L_Y I_{P-P}^2 = L_Y \left( \frac{V_{CC} T_s}{L_Y} \right)^2$$

其中,  $L_Y$  为行偏转线圈的电感量,  $I_{P-P}$  为偏转电流峰-峰值,  $V_{CC}$  为行输出级供电电压,  $T_s$  为行扫描正程时间。

可见,当行偏转线圈的电感量不变时,行幅与偏转电流峰-峰值的平方成正比。若  $V_{CC}$  不变,则行幅与行扫描正程时间的平方成正比。即行频越高,正程时间越短,行幅就越小。

场幅与场频的关系和行幅与行频的关系相类似。

行逆程电压与行频的关系如下。行逆程电压的公式为:

$$U_{cp} = U_p + E_c = I_p \sqrt{\frac{L_Y}{C}} + E_c = E_c \left( 1 + \frac{\pi}{2} \frac{T_s}{T_r} \right)$$

其中,  $U_{cp}$  为行输出管集电极所承受的反峰电压,  $U_p$  为逆程期间偏转线圈  $L_Y$  和逆程电容  $C$  之间产生自由振荡时正半周的峰值电压,  $E_c$  为行输出级供电电压,  $T_s$  为扫描正程时间,  $T_r$  为行逆程时间。

可见,正程时间越短,即行频越高,则行逆程电压越低。由于行逆程电压为行输出变压器的初级电压,次级几个绕组分别为显像管阳极高压、加速极高压和聚焦极电压。如果因行频升高引起行逆程电压降低,则次级的高压跟着降低,图像亮度变暗,聚焦变差。所以当行频变化时,也应设法保持行逆程电压不变。



当行频改变时,不仅会引起行幅和阳极高压的变化,而且也会使S校正的补偿点发生变化。当场频改变时,同样会引起场幅和枕形失真校正量的变化。这一切都需要增加自动控制电路,以根据行频和场频的变化自动调节相应的电路参数。

多频显示器电路区别于电视机和单频显示器电路的特点,就是自动控制和自动调节的功能增强了。

## 1.5 数控显示器简介

从显示器的控制和调节方式的角度,显示器可分为模拟控制和数字控制(数控)两种类型。数控显示器便于实现模式识别和自动控制,所以,数控显示器都是多频显示器。

### 1.5.1 数控显示器的特征

随着计算机技术、多媒体技术和网络技术的发展,传统的电子线路已难于实现广大用户对显示器多功能(多频、多项自动和手动调节、节电、即插即用、菜单显示等)和高质量(高清晰度、高保真度、大屏幕、平面直角等)的要求,数控技术的应用使高质量显示器的研制开发进入了“柳暗花明又一村”的境界。

数控显示器的特征很明显,从外观上看,调节旋钮全部或部分被按钮代替。从内部电路上看,数控显示器含有微处理器。微处理器的应用使软件和硬件结合在一起,易于实现电子设备的自动化和智能化。

### 1.5.2 数控显示器的电路结构

数控显示器的电路结构如图 1.1 所示。

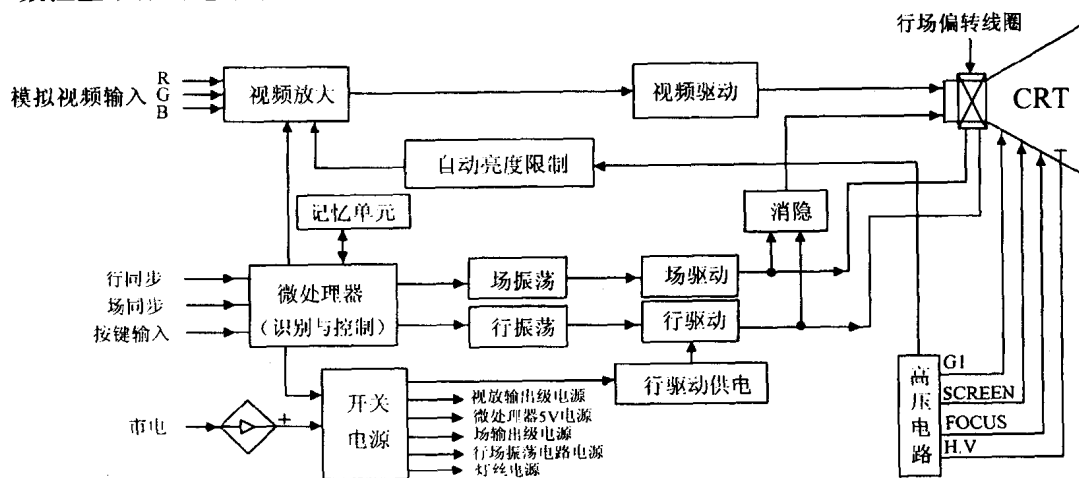


图 1.1 数控显示器结构框图

数控显示器大体可分为下列功能模块：

- 开关电源电路；
- 微处理器控制电路；
- 场扫描电路；
- 行扫描电路；