

计算机显示器

电路图解及维修

翟众 李涛 编著



贵州科技出版社



计算机显示器 电路图解及维修

翟众 李涛 编著

贵州科技出版社

内 容 提 要

本书实测并绘制数十种显示器的电原理图。以图解的方式分别介绍单色显示器、终端显示器、彩色显示器及大屏幕高清晰度显示器等几十种显示器的电原理、常见故障、处理方法,并附录了各类显示器电路中的集成电路、晶体三极管、二极管等器件的主要技术参数及规格,是一本集资料、原理、电路简介、故障维修于一体的实用性工具书。可供计算机使用、维修人员参考。

计算机显示器电路图解及维修

翟众 李涛 编著

贵州科技出版社出版发行

(贵阳市中华北路 289 号 邮政编码 550004)

*

贵阳宝莲彩印厂印刷 贵州省新华书店经销

787×1092 毫米 16 开本 28.75 印张 700 千字

1999 年 3 月第 1 版 1999 年 3 月第 1 次印刷

印数 1—2000

ISBN7-80584-817-3/TP·16

定价:52.00 元

前 言

近年来,随着半导体技术的更新,超大规模集成电路的应用,计算机正向着小型化、多样化、高性能的方向发展,各类应用软件技术的开发日新月异,更新换代的速度大大促进了计算机系统在各行各业的广泛应用,并越来越多地走进了千家万户。

显示器是计算机系统的重要组成部分,无论是大型的,小型的,还是微型的计算机,都需使用显示器作为基本的输出设备,是人机对话的重要工具。显示器伴随计算机的发展形成了种类繁多、型号各异的机型。面对这些线路复杂多样的显示器,如何提高操作技能,确保显示器长期在良好的状态下工作,并能迅速排除故障已成为计算机用户,特别是计算机专业维修人员的当务之急。因而正确的了解、掌握和维修各类显示器,已成为当前急待解决的问题。为此,我们特编写了这本集资料、原理、电路简介、常见故障分析及维修于一体的实用性工具书。

编者根据多年从事计算机应用的经验,整理收集维修过的大量型号各异的显示器所出现的故障现象及处理方法,实测并绘制数十种显示器的电原理图,结合参考大量国内外有关技术资料,系统分类进行编写。

全书分八章及附录。第一章介绍显示器的发展过程及现状,第二章介绍显示器的显像管结构及基本工作原理,第三章概述了显示器的基本电路组成及工作原理,第四章列举各类显示适配器(显示卡)的基本电路及工作原理,第五章为显示器的常见故障及检修技巧,从第六章到第八章,分别介绍单色显示器、终端显示器、彩色显示器及大屏幕高清晰度显示器等二十多种机型,绘制出各类机型的电原理图,结合具体电路进行电路简介,并列举数百个典型维修实例,系统地阐述了各类常见故障的原因、分析方法和处理手段。在本书的附录部分,列出了常见应用于各类显示器电路中的集成电路、晶体三极管、二极管等器件的主要技术参数及规格。

在本书编著过程中,得到了许多朋友及同仁的关心、鼓励 and 大力支持。李晓林先生、洪城先生、曾启银先生、王华先生等参与了本书的电原理图绘制文字微机录入等工作,在此我们深表谢意!并衷心感谢所有为编写本书提供帮助的人们!

翟众先生编著了本书第一章、第二章、第三章、第五章、第六章、第七章、第八章及附录部分,李涛先生编著了第四章内容。全书经翟众先生修改、统编。

由于编者水平有限,书中的错误和不当之处,敬请广大读者批评指正。

编 者

1999 年 3 月

目 录

第一章 概述	(1)
第一节 显示器技术的发展概况	(1)
第二节 CRT 显示系统的组成及基本结构	(3)
第三节 显示器的特性	(5)
一、显示器电路与普通电视机电路的差别	(5)
二、显示器的基本性能	(6)
第二章 显示器显像管的结构及工作原理	(11)
第一节 单色 CRT 显像管	(11)
一、电子枪	(11)
二、荧光屏	(12)
三、电子束偏转	(13)
第二节 彩色 CRT 显像管	(14)
一、彩色 CRT 显像管的类型	(14)
二、荫罩式彩色 CRT 显像管	(14)
第三节 CRT 显像管的常见故障及检修方法	(19)
第三章 显示器的基本电路及工作原理	(24)
第一节 扫描系统	(24)
一、扫描电路的作用及基本电路组成	(24)
二、行扫描电路	(26)
三、场扫描电路	(35)
第二节 视频信号处理及放大电路	(39)
一、视频信号处理及放大电路的任务	(39)
二、对视频放大电路的要求	(39)
三、视频信号处理电路的基本组成	(39)
第三节 显像管的附属电路	(40)
一、显像管的周围电路	(41)
二、色纯度及其校正	(41)

三、白平衡调整电路·····	(43)
四、会聚·····	(45)
五、动态聚焦校正·····	(46)
六、枕形失真校正电路·····	(48)
七、自动消磁电路·····	(50)
第四节 显示器的电源电路·····	(52)
一、开关电源的特点·····	(52)
二、开关电源电路的组成·····	(54)
三、开关稳压电源的分类·····	(55)
四、开关电源的附属电路·····	(59)
第四章 显示适配器·····	(61)
一、显示卡的种类·····	(61)
二、基本概念·····	(62)
三、与显示适配器相关的概念·····	(72)
四、显示适配器·····	(77)
五、常见的 VGA 类型显示卡·····	(83)
六、与显示适配器相关的软件·····	(87)
七、显示系统的主要故障及判别·····	(90)
第五章 显示器的故障判断及检修技巧·····	(94)
第一节 计算机显示器故障的类型·····	(94)
第二节 维修前的检查·····	(94)
一、外观检查·····	(95)
二、非连机状态下的检查·····	(95)
三、连机状态下的检查·····	(97)
第三节 维修中的基本检测方法·····	(99)
一、电阻测量法·····	(99)
二、电压测量法·····	(100)
三、电流测量法·····	(102)
四、波形检测法·····	(102)
五、信号注入法·····	(104)
六、开路、短路检测法·····	(105)
第四节 维修中的注意事项·····	(105)
一、安全注意事项·····	(105)
二、修理过程中的注意事项·····	(105)
三、更换元件时的注意事项·····	(107)
第五节 显示器各部分对应的故障现象及检修·····	(108)

一、扫描电路常见故障与检修	(108)
二、视频信号处理电路常见故障及检修	(111)
三、开关稳压电源常见故障及检修	(112)
四、显像管附属电路常见故障	(114)
五、显示卡(适配器)电路常见故障	(115)
第六章 单色显示器电路图解及常见故障检修	(120)
第一节 苹果单色显示器	(120)
一、电路组成	(120)
二、电路简介	(120)
三、常见故障及检修方法	(124)
第二节 长城 GW100 系列多灰度高分辨率单色显示器	(127)
一、电路组成	(127)
二、电路简介	(127)
三、常见故障及检修方法	(137)
第三节 GW140/GW140H 单色显示器	(142)
一、电路组成	(142)
二、电路简介	(142)
三、常见故障及检修方法	(147)
第四节 GDL 双频单色显示器	(149)
一、电路组成	(149)
二、电路简介	(152)
三、常见故障及检修方法	(154)
第五节 GZX-23 单色显示器	(157)
一、电路组成	(157)
二、电路简介	(157)
三、常见故障现象及检修方法	(161)
第六节 CZX-25 单色显示器	(164)
一、电路组成	(165)
二、电路简介	(165)
三、常见故障及检修方法	(168)
第七章 终端显示器电路图解及常见故障检修	(172)
第一节 KEYTECH 汉字终端单色显示器	(172)
一、电路组成	(172)
二、电路简介	(172)
三、常见故障及检修方法	(176)
第二节 国光 Liberty 中西文终端单色显示器	(179)

一、电路组成	(179)
二、电路简介	(179)
三、常见故障及检修方法	(187)
第三节 STAR-SM1413 中西文终端单色显示器	(190)
一、电路组成	(190)
二、电路简介	(190)
三、常见故障及检修方法	(198)
第八章 彩色显示器电路图解及常见故障检修	(202)
第一节 GW500 多频高分辨率彩色显示器	(202)
一、电路组成	(202)
二、电路简介	(202)
三、常见故障及检修方法	(214)
第二节 GW240A 彩色显示器	(219)
一、电路组成	(219)
二、电路简介	(220)
三、常见故障及检修方法	(226)
第三节 IBM 5153002 彩色显示器	(230)
一、电路组成	(230)
二、电路简介	(230)
三、常见故障及检修方法	(236)
第四节 COMPAQ TE1420Q 彩色显示器	(238)
一、电路组成	(239)
二、电路简介	(239)
三、常见故障及检修方法	(249)
第五节 长城 GW300 型彩色显示器	(254)
一、电路组成	(255)
二、电路简介	(255)
三、常见故障及检修方法	(262)
第六节 IBM 彩色显示器	(270)
一、电路组成	(270)
二、电路简介	(270)
三、常见故障及检修方法	(277)
第七节 DATAS HC-7423P 彩色显示器	(282)
一、电路组成	(283)
二、电路简介	(283)
三、常见故障及检修方法	(290)
第八节 AST ASTECDI 彩色显示器	(298)

一、电路组成	(298)
二、电路简介	(298)
三、常见故障及检修方法	(305)
第九节 CASPER TM-5156H/TM-5154Y 彩色显示器	(310)
一、电路组成	(310)
二、电路简介	(310)
三、常见故障及检修方法	(325)
第十节 CTX: CC-1435 彩色显示器	(330)
一、电路组成	(330)
二、电路简介	(330)
三、常见故障及检修方法	(341)
第十一节 SAMPO KDS-1342E 彩色显示器	(348)
一、电路组成	(349)
二、电路简介	(349)
三、常见故障及检修方法	(356)
第十二节 NEC JC-2001 大屏幕彩色显示器	(361)
一、电路组成	(361)
二、电路简介	(361)
三、常见故障及检修方法	(382)
附录	(391)
一、显示器常用集成电路技术参数及性能指标	(391)
二、显示器常用三极管和二极管	(440)

第一章 概 述

近年来,随着时代的发展,人们的观念、工作和生活方式也在发生变化,信息在以惊人的速度增长,处理多种形式的信息就成为人们生活的一部分。同时人们在工作生活中也需要获得娱乐和轻松,微型计算机正综合了这些要求,并通过其显示器很好地体现了对这一要求的响应。作为计算机的用户,除了关心其运行速度、内存容量之外,经常接触的就是输入、输出设备。显示器是计算机系统的基本输出设备,是人机对话的重要工具。作为计算机和用户的桥梁,显示技术在这里起了非常重要的作用。随着计算机技术的不断更新换代,进一步地促进了显示技术的飞速发展。从事计算机设计、应用以及维修的工程技术人员,必须对显示技术有深刻的了解。

本书将按章节顺序分别对计算机显示器进行从外到内,由表及里的叙述。内容包括 CRT (阴极射线管, CATHODE - RAY - TUBE 的缩写)显示器的概述,基本电路形式及工作原理,电路分析,分类介绍多种单色显示器电路及彩色显示器电路,提供各种显示器的电路原理图,并列举大量常见故障实例及维修方法,系统地进行分析介绍。

本章将简要介绍 CRT 显示器的发展概况,显示技术的基本概念,典型显示器电路的基本组成,主要特点,重要指标,常用功能以及选购与使用等方面的知识。

第一节 显示器技术的发展概况

计算机显示器伴随着计算机的诞生而出现。早在 40 年代末,人们发明计算机,并用它来进行微分方程的求解,将运算的过程及结果成功地显示在荧光屏上。50 年代,随着美国赛基(SAGE)系统的开发与应用,计算机显示技术在军事领域及民用系统上逐步得以应用。

60 年代至 70 年代间,半导体技术已进入集成电路阶段,计算机显示系统相继出现了激光大屏幕显示器、油膜光阀显示器、等离子显示器、液晶显示器、真空荧光显示器、发光二极管(LED)显示器、电致变色显示器(ECD)、以及电泳显示器(EPID)等。这些显示方式,使显示屏扩大了许多,但由于设备复杂造价高,除在一些特殊情况下使用,一般微型计算机系统应用较少,大多采用单色 CRT 显像管显示方式。各大公司推出的 PC 系列机型均采用了 CRT 显像管,同时为方便用户也不断推出新的显示标准,以适应主机性能的升级。那时作为两种可选择的基本配置显示方式为:MDA(Monochrome Display Adapter)和 CGA(Color Graphics Adapter),并以此公认为第一代显示方式标准。MDA 是一种文本模式显示方式,只能用于字

符显示,而没有显示图形及彩色的能力。此后不久,Hercules 公司推出了 Hercules 单色图形显示方式,从而建立了第一个独立的视频标准,在此基础上出现了 CGA 显示方式,它提供了相对来说较原始的多色图形模式。可以兼容显示字符和图形。PC 机问世后相当长的一段时间内,只有 MDA 和 CGA 显示方式统治着 PC 机显示系统的市场,但 MDA 和 CGA 之间存在着一段很大的空档,只能实行单色或几色的字符/图形显示。

80 年代初,彩色显示器问世,但当时的显示器分辨率仅为 $320 \text{ 点} \times 200 \text{ 线}$,颜色也只有 4 种。80 年代中期,出现了 EGA (Enhanced Graphics Adapter)“增强型彩色图形板”的显示方式。当时 IBM EGA 标准分辨率为 $640 \text{ 点} \times 350 \text{ 线}$,字符窗口为 $8 \text{ 点} \times 14 \text{ 线}$,16 种颜色(调色板有 64 种颜色)。它能兼容 CGA 和 MDA 的各种显示方式,并扩充了 $640 \text{ 点} \times 350 \text{ 线}$ 与 16 种颜色的图形方式,可得到比较理想的彩色图形显示效果。与 EGA 同时,IBM 公司在 1984 年还推出了一种专用图形系统 PGA (Professional Graphics Adapter),它是为满足 PC 机 CAD 用户设计的,这种产品在 $640 \text{ 点} \times 480 \text{ 线}$ 分辨率下提供了 256 种颜色。由于 PGA 显示器为模拟显示器,系统价格昂贵,因此并不普及。但是 PGA 系统中 $640 \text{ 点} \times 480 \text{ 线}$ 显示标准被各种 EGA 所采用,而且 PGA 的分辨率和模拟量信号的处理方式,成为后来的 VGA 标准。因此,EGA 和 PGA 方式为当时的第二代显示方式标准。

虽然 IBM 的 EGA 有许多优点,但其价格仍不能被广泛接受,其最高分辨率和同一屏显示更多颜色仍有一定的局限性。在 80 年代后期,推出了新的显示模式:VGA (Video Graphics Adapter)、SVGA (Super Video Graphics Adapter) 及 MCGA (MULTI - Color Graphics Adapter),成为第三代显示方式的标准。

MCGA 方式能与 CGA 高度兼容,同时增加了 $640 \text{ 点} \times 480 \text{ 线}$ 时 2 色, $320 \text{ 点} \times 200 \text{ 线}$ 时 256 色的两个图形方式,字符质量比 CGA 方式提高了许多,并采用 $8 \text{ 点} \times 16 \text{ 线}$ 的字符窗口。

视频图形阵列 VGA 方式能与 CGA 或 EGA 高度兼容。它采用了 256 种颜色的调色板和模拟量信号处理方式,使显示的图形颜色更加逼真。当时 IBM 公司 VGA、MCGA 方式的显示器有 IBM8512(36cm14 英寸彩色)、IBM8513(30cm12 英寸彩色)和 IBM8503(30cm12 英寸单色)等。

显示系统显示方式标准的变化,使显示器的分辨率不断得以提高,显示分辨率从过去的 $320 \text{ 点} \times 200 \text{ 线}$ 、 $640 \text{ 点} \times 200 \text{ 线}$ (CGA), $640 \text{ 点} \times 350 \text{ 线}$ (EGA) 到 $640 \text{ 点} \times 480 \text{ 线}$ (EGA、VGA)。现在又继续向超高分辨率发展,显示精度已提高到 $1280 \text{ 点} \times 1024 \text{ 线}$ 、以及 $1600 \text{ 点} \times 1280 \text{ 线}$ 以上,颜色发展到无穷多种。这种显示器广泛应用于 CAD 的专用图形显示系统中(例如图形工作站等),并已应用于家用电脑系统,进入千家万户。

作为独立于微型计算机的显示器,除在分辨率、色彩、灰度级别(指单色显示器)上大大提高外,近年来还向着高通用性、智能化、数字化方向发展。日本 NEC 公司为开发出通用性强的显示系统,以适应世界上不断涌现出的各种显示方式及不同扫描频率的新型计算机系统,首先推出扫描频率的自动跟踪技术——多频同步技术(Multiscan)。在电路上改变了过去显示器行扫描频率单一固定方式,一种显示器只能与某种显示方式的微型计算机匹配使用的状况。从而使之成为能适应多种类型的微型计算机及显示方式的通用显示设备,大大扩展了普通显示器的单一显示功能。这种显示器深受高档微型计算机和 CAD 工作站等用户的喜爱。这一新技术的问世,很快得到广泛应用。迄今为止 $40\text{cm} \sim 51\text{cm}$ (16 英寸 $\sim$ 20 英寸)的高

分辨率彩色显示器几乎都采用该技术。扫描频率也从原来的 15.7kHz 发展至 120kHz 以上。

进入 90 年代,随着计算机系统的不断更新,国内外市场的变化极快,显示产品的开发也要求同步跟上。美国 IBM 公司为配套开发 PS/2 系列计算机系统,设计出高分辨率的图形显示模式 8514/A,之后又推出 XGA(扩展图形处理阵列)视频图形显示控制器,以适应配置 50cm(19 英寸)以上的大屏幕显示器。台湾显示器制造厂家,为争夺市场,也紧随其后开发出 44cm(17 英寸)以上的高分辨率彩色 VGA 产品,可接收 IBM 8514/A 界面。国际上电子显示器技术呈现出迅速增长的趋势,并向着大屏幕、高清晰度、低成本、高质量、高技术的方向发展。

随着微型计算机应用的普及,我国从 80 年代中期以后,相继引进国外计算机先进技术及全套生产线,经过十多年的不断引进技术及自身改造,国内的显示技术也以惊人的速度发展,形成了如长城、联想、实达、同创、海信等多家具有设计、开发及规模生产能力的计算机集团公司。这些公司大多既有微型计算机产品的开发能力,又有显示器、打印机等外部设备的开发与生产能力。长城公司为满足中国市场的要求,在 CGA 方式的基础上,增加了中文字符显示功能(其分辨率为 640 点 $\times$ 400 线)和增强型图形显示功能(640 点 $\times$ 504 线),从而提高了显示汉字的速度;研制出能兼容 EGA 的显示器 GW300 型;开发了 CEGA 显示卡(适配器);还开发了单色多灰度高分辨率显示器 GW100 以及与之匹配使用的中文单色显示卡(CMGA),它以 16 级灰度等级,兼容了长城系列微型计算机的彩色软件和 Hercules 软件的显示,广泛应用于银行、学校、机关等领域。近几年,长城公司又相继推出 GW500 型多频同步技术高分辨率彩色显示器;GW400B 型增强 VGA 显示器;GW240A 型 EGA/CGA 显示器和 GW140 增强型单色 VGA 显示器等。使国产显示器技术跃入国际先进行列。联想集团公司也在引进先进技术的基础上,不断改进并开发出能与各类微型计算机相配套的各种高分辨率显示器,推出以 LX-GJ1566A 型为代表的 SVGA(1280 点 $\times$ 1024 线)、电脑数字控制方式大屏幕高清晰度彩色显示器等。

国内其他大集团公司也不断生产出形式多样、高质量、高画质的显示器。可以说,当今中国微型计算机系统的生产与配套,特别是显示器的生产,已具备相当的实力,国产显示器已迅速占领国内市场,使国内计算机配置的国产显示设备成为主导地位。目前,国内一些生产微型计算机的大集团公司(如联想、长城等),推出的产品已形成自己独特的风格,不仅受到国内用户的青睐,还批量出口到世界各地。

第二节 CRT 显示系统的组成及基本结构

微型计算机 CRT 显示系统大体上可分为两大部分(如图 1-1 所示)。第一部分是计算机内的显示卡(适配器),它是由复杂的电子线路所组成,各集成电路及外围元器件焊接在一块多层印刷电路板上,固定于计算机主机箱后部的 I/O 插槽内,它一方面通过主机箱由系统上的插座与主机系统总线相连,另一方面,通过主机输出接口(多芯插座),经过多芯电缆线与外设显示电路相连(关于显示卡技术,将在今后的章节中再作详细介绍)。

另一部分则是 CRT 显示器电路。它主要由场(垂直)扫描,行(水平)扫描电路,接口电路,前置视频信号处理及平衡电路,视频信号放大电路,末级平衡电路,同步信号处理电路,高、中、低压的电源电路,CRT 显像管以及整机电源电路(如图 1-1 中虚线框内所示)等所组成。

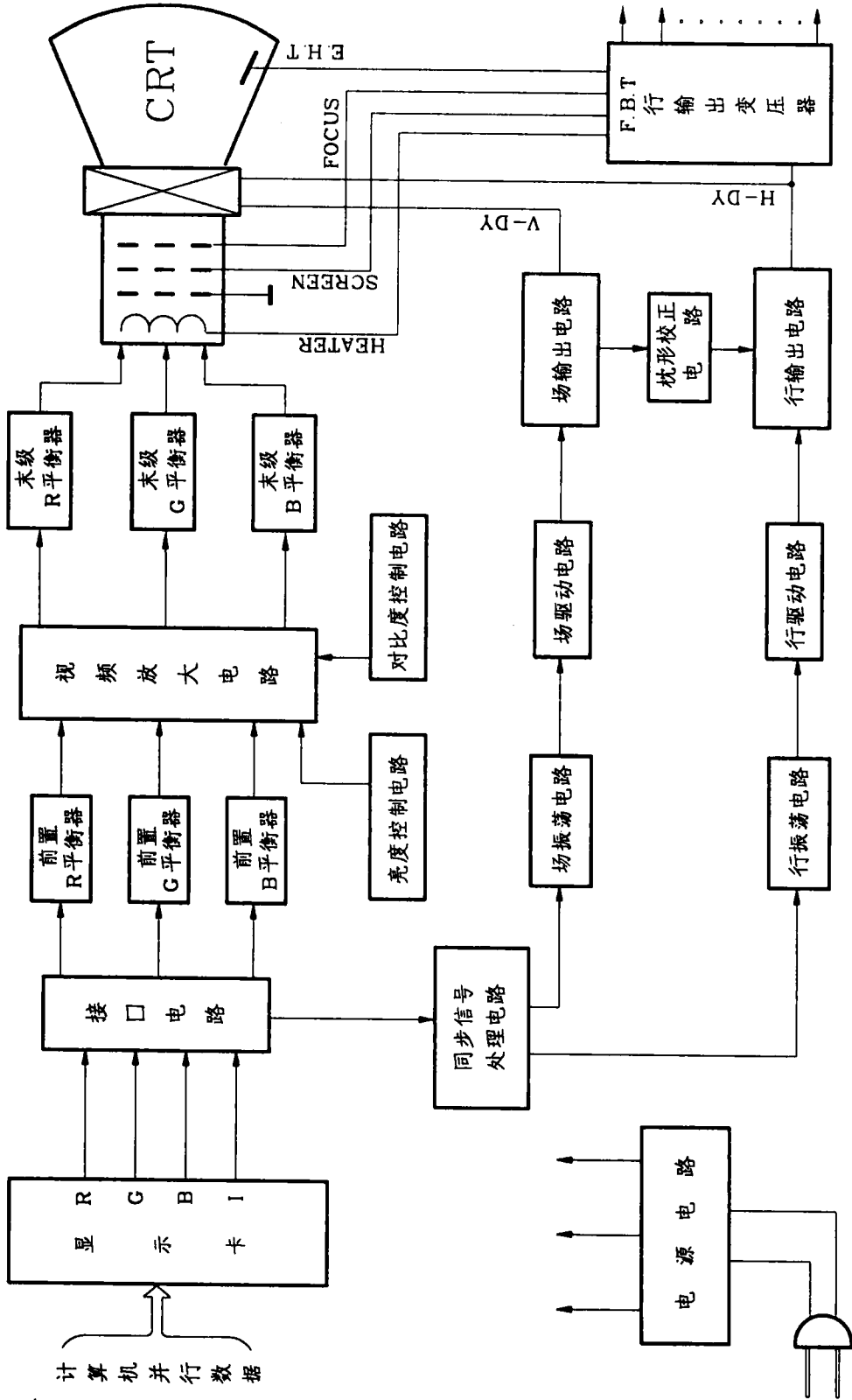


图 1-1 微型计算机 CRT 显示系统方框图

显示系统的工作过程是:计算机在接收到键盘(或鼠标及其他输入方式)的控制指令时,通过其内部系统一系列的运算及处理后,将显示指令的并行数据信号送到显示卡电路,然后转换成串行信号,再经过一系列的放大、数模转换过程,并配合相应的控制信号,以形成彩色图形(R、G、B 三组)的复合视频信号,最后经视频放大电路控制 CRT 显示管,以光的形式将操作图形、图片或文字显示出来。在此期间,场扫描电路主要产生垂直方向的偏转电流,行扫描电路产生水平方向的偏转电流及显像管所需的高、中、低电源电压等,使显像管发光并保证显示的光栅满幅。

通过以上对 CRT 显示器电路工作过程的简述,可以看出 CRT 显示系统的各部分是一门综合技术,因此,我们有必要分单元对 CRT 显示系统的重要器件及主要电路分别进行介绍,这样才能提高我们检修各类显示器工作的主动性、针对性,克服盲目性和片面性。

第三节 显示器的特性

一、显示器电路与普通电视机电路的差别

微型计算机的显示系统是由显示卡(也称显示适配器)和显示器两部分构成。显示器又是独立于计算机的外设设备,通常的显示器是采用单色显像管或彩色显像管(CRT)制成,因此,有些人认为 CRT 显示器的电路结构及工作原理与电视机的电路相差不大,甚至比电视机简单。实际上,CRT 显示器与电视机相比在电路处理方面及应用技术上有很大的差别。首先,CRT 显示器直接受计算机的控制,省去了电视机的高放接收电路、图像通道电路及伴音通道放大电路等部分,从电路组成形式上来看显示器的电路较电视机的简单。但由于对显示器图像的画质要求比电视机的要高得多,显示器电路对信号的处理方式又较为复杂。

在电视机电路中,同步脉冲、消隐脉冲和图像信号复合于全电视信号之中,需用同步分离电路取出相应的固定频率控制信号,分别控制行、场扫描电路以稳定显示图像。而在 CRT 显示器中,除早期的个别单色显示器电路采用同样处理方式外,目前的显示器电路均省去了同步分离部分,而是采取与主机显示卡相同步的自动频率跟踪控制电路。

另一方面,显示器在画面上有相当严格的要求。这是因为计算机通常需显示的图像大多为静止的画面或文字字符,特别是用于 CAD 绘图时,要求显示的画面不能出现任何干扰和像素抖动。与显示器相比,一般传统电视机电路在接收活动图像时,图像显示内容造成的像素晃动程度要大得多,而电视机的画面出现一点轻微抖动也是允许的。因此,显示器的图像稳定电路及处理方式上要比电视机复杂。

CRT 显示器和电视机另一个差别在行、场扫描技术的应用方面。计算机的显示卡和显示方式有各种各样。它的扫描频率是由显示方式来确定。频率越高,对电路形式及元器件性能的要求就越高,相应扫描频率越宽,电路上的实现就困难。现代显示器电路大多采用逐行扫描及自动频率跟踪技术,已实现相当高的扫描线数。而电视机的扫描电路通常是采用固定频率扫描方式。例如,中国等地区采用的电视制式为 PAL-D/K,它的行频为固定的 15625Hz,场频为 50Hz,每场的扫描线数为:行频/场频 = $15625/50 = 312.5$ 线,并采用隔行扫描,每一幅画

面由 2 场组成,也就是 625 线等,这些均为固定值。

CRT 显示器与电视机另外一些重要的区别在于,CRT 显示器电路中大量应用数字信号处理技术及微机直接控制技术,并把计算机领域的一些先进技术及成果移植过来。目前显示器的清晰度要远远高于普通彩色电视机。

二、显示器的基本性能

显示器的基本性能主要包括分辨率、显示颜色的种类(单色显示器为灰度等级)、通道宽度、显示速度及图形的显示能力等。

1. 显示器的点距

点距(Dot Pitch)是显像管和显示器的基本指标之一,显示器的效果是否精细,主要的考核指标就是点距。

彩色显示器电子枪的三个电子束(R、G、B)穿过一个金属孔板,打在屏幕荧光粉上后发光,这个金属孔板上的各个孔的距离称为屏幕点距。

R、G、B 三个电子束通过孔板照射到每一个像素点上,像素点的大小为 1mm。在以前显示器分辨率很低的时候,如在 CGA 显示器上,人们还不太注意点距,而现在 Super VGA 显示器上,点距已经成为显示器的一个重要参数。一般 36cm(14 英寸)Super VGA 显示器的点距有 0.39mm、0.31mm 和 0.28mm 等几个档次。

一般来说,点距离越小,图像显示得就越清晰,质感就越好。当然,它的价格也要相对高一些。

2. 分辨率、场频和行频

显示器荧光屏上能显示出基本像素点(Pixel)的多少用分辨率(Resolution)来表示。因此,分辨率是用来定义显示画面解析度的标准,由每帧画面的图像素所确定。像素越密,分辨率越高,图像就越清晰。但要注意,显示器的垂直分辨率与扫描线数并不是同一个概念。分辨率的大小是由显像管的荫罩点距和显示器的有效尺寸以及视频信号通道的带宽来决定的。因此,当显像管的点距确定时(如 0.28mm),只能扩大显像管的屏幕尺寸,才能真正实现高清晰的显示效果。例如,采用 0.31mm 点距的 36cm(14 英寸)的显像管,虽可支持 1024 点×768 线显示方式的适配器,但在水平方向上并不能保证清晰地显示 1024 个像素点的内容,最多也只能显示 800 个左右的像素,其现象是所显示图像边缘上的清晰度不够。另一方面,具有某种分辨率的显示器,在应用场合不同时,只有所配接的主机适配器不超过其最高分辨率情况下,可以有不同的分辨率。例如,一台 SVGA 显示器可以有 320 点×200 线、640 点×350 线、640 点×400 线、640 点×480 线、1280 点×1024 线几种分辨率。

分辨率是显示器的重要参数,同时,分辨率也与垂直扫描频率有关,垂直扫描频率决定了一幅完整画面的扫描线数,水平扫描频率决定每条扫描线上有多少个像素点。

水平扫描频率称为行频(Horizontal scanning frequency),通常用 H 表示,指电子枪每秒在屏幕上扫描过的水平点数,以 kHz 为单位。

垂直扫描频率称为场频(Vertical scanning frequency),通常用 V 表示,指每秒种重复绘制显示画面的次数,既重绘率,以 Hz 为单位。

例如,VGA 显示器的分辨率是 640 点 $\times$ 480 线,也就是说,一幅画面垂直扫描了 480 条线,水平方向每条线上有 640 个像素点。

值得强调一点:行频、场频是显示器的基本电路性能,而分辨率不是显示器本身的固有物理特性。只能说 PC 要显示一幅图形,图像分辨率为 1024 点 $\times$ 768 线,刷新频率为 85Hz,这种要求能否在显示器上显示出来。也就是说,显示器是用来显示图像的,某种分辨率和刷新频率的图像能否在显示器上显示出来,表明显示器能否支持这种分辨率和刷新频率。

3. 显示颜色

显示器能显示颜色(Color)种类的多少(或灰度等级),是衡量显示器性能的另一重要参数。单色显示器则是用灰度等级来表示。早期配接 MDA 显示卡时的显示器,仅有几种灰度等级,随着微机技术的发展,原采用的 CGA 方式发展到增强图形 EGA 方式时,从仅能显示 4 种到 16 种颜色的显示,之后推出的视频图形阵列 VGA,可实现 256 种颜色,这主要是受显示卡调色板的约束而形成的。

颜色(或灰度)是通过模拟电信号产生的,主机对显示器的控制是通过数字方式设置,采用数字信号接口。在 EGA 方式下,信号的传输设立了 6 个 TTL 输入信号,即 R、G、B 和 R'、G'、B',此时它们有 $2^6 = 64$ 种颜色的组合。在字符方式下,有 R、G、B 及 I 4 种属性位,即 $2^4 = 16$ 色;而在图形方式下,也有 $2^4 = 16$ 色。

在 MCGA 和 VGA 方式下,虽然采用 R、G、B 三个模拟量信号接口,从显示的角度看,它可组合成无穷种颜色,但由于对显示器的操作仍然要通过数字方式进行,将受到内存的限制,若增加颜色(或灰度等级),会带来显示卡成本的增加。目前 VGA 方式的显示卡是把其内部的 VRAM 分为 8 个体,这样每个显示点对应 8 个体内同一位置的一个二进制位,即每一点能用 8 位二进制数来表示其色彩, $2^8 = 256$ 色。VGA 方式的显示卡内还有一个调色板,它可把 8 位数据调制成按 24 位二进制数分级的色彩信号,有 $2^{18} = 256k$ 种颜色,因此综合效果为:256 色/256k 色。

4. 显示速度

显示器的显示速度(Pace)是指在其屏幕上再现字符或图像的快慢,它与显示器的分辨率及扫描频率有关。对于高清晰度的显示器,由于显示像素点的增多,即所需显示的内容也就增加,从而再现图形的速度会慢些。因此,需同时提高显示器的扫描频率并要求显示卡的同步频率与之一致,才能保证所称分辨率的显示效果。

早期的显示器仅能对应配接一种主机的显示方式,为固定扫描频率方式。现代显示器,特别是高清晰度显示器,大多采用了多频自动跟踪技术,使之能自动跟踪显示卡的同步频率可实现很宽的频率调整范围。同一台显示器可配接多种方式下的主机。例如,飞利浦(PHILIPS)20CS 型多媒体彩色显示器的刷新速度达 85Hz(1600 点 $\times$ 1200 线),自动扫描频率为 30kHz~107kHz,具有很宽域兼容性。

5. 带宽

带宽(Bandwidth)指每秒钟所扫描的图素个数,即单位时间内在每条扫描线上显示的频点数总和,以 MHz 为单位。显示器的带宽是由主机显示卡的同步频率及显示方式共同确定的,这与显示器本身的视频放大电路的带宽并不是同一个概念。例如,在标准的 VGA 方式下,点频的频率为 35MHz,与之能相配接的显示器,其通道带宽就可视为大于 35MHz。若采用带宽不够的显示器配接 VGA 方式的显示卡,或高清晰度显示器配接低档次的显示方式的主机,将会出现显示字符边缘模糊不清,感觉聚焦不够,竖线过早消失等现象。

带宽的详细计算方法如下:

$$B = r(X) \times r(Y) \times V$$

其中: $r(X)$ 表示每条水平扫描线上的图像个数;

$r(Y)$ 表示每帧画面的水平扫描线数;

V 表示每秒画面的刷新率;

B 表示带宽。

但为了避免信号在扫描边缘衰减,保证图像的清晰,实际上电子束水平扫描的图素个数和行扫描频率均要比理论值高一些,大致上水平扫描的图素个数理论值 $r(X)$ 约为实际值的 80%。每帧画面的扫描线数理论值 $r(Y)$ 约占实际值的 93%。这样带宽计算公式为:

$$B = [r(X)/0.80] \times [r(Y)/0.93] \times V = r(X) \times r(Y) \times V/0.744$$

例如在分辨率为 1024 点 $\times$ 768 线,刷新频率 85Hz 模式下,实际每条水平扫描线上的图素数为 $1024/0.80 = 1280$,实际每帧画面的水平扫描线数 $768/0.93 = 825.8$,故实际带宽:

$$B = 1280 \times 825.8 = 89.85(\text{MHz})$$

由上式可见,若刷新率提高一点,带宽必须增大很多,显示器成本将会增加很多,且技术较不易达到。

6. 显示图形的能力

对屏幕上每一个像素点设置为不同值的能力,称为显示器的显示图形能力。早期的显示器仅能显示字符,不支持图形画面的显示,随着计算机技术水平的不断提高,应用领域的扩大,现代显示器不仅能支持字符显示,还能进行各类图形的显示。

7. 色纯度与会聚

所谓色纯度(Color Hallmark)是指彩色显示器所显示的红、绿、蓝各单色光栅的颜色纯正程度。如果在某一基色的光栅中不含有其它的基色光,则称之为色纯度好,反之则称为色纯度差。

彩色显示器的色纯度调整好以后,三条电子束都分别打到各自对应的基色荧光粉点上,这是重现彩色图像所必须的。但是,为了高质量地再现彩色图像,彩色显示器仅有良好的色纯度是不够的,还要求有良好的会聚(Assemble)性能。会聚分为静会聚和动会聚。三条电子束不偏转时的会聚叫作静会聚。三条电子束在偏转时的会聚叫作动会聚。

对于彩色显示器色纯度与会聚参数调整的质量,直接影响整机的显示效果。对这两个