

微型计算机维修技术丛书

CRT显示器的 测试与维修

李海泉 编著



人民邮电出版社



106
R/V

TP364.106
LHQ/1

微型计算机维修技术丛书

CRT 显示器的测试与维修

李海泉 编著



人民邮电出版社

0032393

内 容 提 要

本书共 8 章,分别介绍了 CRT 显示器发展概况,显示器组成及原理,显示器可靠性分析及测评技术,故障测试仪器设备,故障分析、测试及维护方法,附录中给出了显示器关键部件有关元器件的参数。书中介绍了 30 多种显示器的近 300 个典型故障的分析、测试和处理的实例。本书可作为计算机系统维护、维修人员和广大计算机用户的工具性参考书,对大专院校计算机及应用专业、计算机应用设备等专业师生也有重要参考价值。

微型计算机维修技术丛书
CRT 显示器的测试与维修
 李海泉 编著
 责任编辑 刘 涛 赵桂珍

JS402/22

人民邮电出版社出版发行
 北京朝阳门内南竹杆胡同 111 号
 中国铁道出版社印刷厂印刷
 新华书店总店北京发行所经销

开本:787×1092¹/₁₆ 1996 年 6 月 第 1 版
 印张:22.5 1996 年 6 月 北京第 1 次印刷
 字数:557 千字 印数:1-5000 册

ISBN 7-115-05882-2/TP·250

定价:27.00 元

《微型计算机维修技术丛书》

编 委 会

主 编：黄昌夺

副 主 编：任公越 吕晓春

编 委：杨 俊 谢 建
杨福平 陈世林
李海泉

丛书前言

我国目前已拥有数十万台微型计算机。保证这些计算机的可靠运行,预防、减少故障的产生,在故障出现后及时排除和修复,使已有计算机更好地发挥作用,更好地为我国社会主义建设服务,是一项极其重要的工作。为此,中国计算机学会维护技术专业委员会和中国电子学会计算机工程与应用学会维护技术学组,联合组织编写了这套《微型计算机维修技术丛书》。本丛书深入浅出地介绍了微型计算机主机及各种外部设备的故障原理和诊断方法,并以大量翔实的故障检修实例,介绍IBM PC/XT、AT 和 386 及其兼容系列微型计算机的维护、修理技术。它既适合于广大微型计算机的维护、修理人员和应用人员的学习、使用,也适用于各类院校计算机课程教学和师生参考,是微型计算机维修和应用常备参考书。我们希望本丛书的出版能为广大微机用户的维修工作贡献一点绵薄之力。

本丛书是在人民邮电出版社的大力支持下,通过作者和编审、校对人员的共同辛勤努力而面世的。谨此,我们对为本丛书的出版做出贡献的有关人士,表示衷心感谢。

由于本丛书编审仓促,缺点、疏漏和错误在所难免,欢迎各界同仁批评指正。

《微型计算机维修技术丛书》编写组

CRT 显示器是计算机系统的重要组成部分。如何提高 CRT 显示器的可靠性,迅速排除 CRT 显示器中的故障,是计算机维护人员和广大计算机用户十分关切的重要问题。本书正是为解决这一问题而编写的。本书是作者 20 多年来从事计算机专业故障诊断课程教学和科研经验的总结。它既是一本全面系统介绍 CRT 显示器故障分析、测试和维修处理技术的专著,也是作者进行国家“八五”科研项目成果的记录。

本书共有八章和四个附录。第一章介绍了 CRT 显示器系统的组成和发展,第二章介绍了 CRT 显示器各种适配器的组成和基本原理,第三章介绍 CRT 显示器的可靠性分析和评估技术,第四章介绍了 CRT 显示器的故障测试方法及其设备,第五章介绍了 CRT 显示器的故障测试和维修处理技术,第六章介绍 CRT 显示适配器的故障分析与测试,第七章介绍 CRT 显示器的故障分析与测试,第八章介绍了单色显示器、彩色显示器、增强彩色/图形显示器、视频阵列显示器和多频自同步显示器的故障处理,附录分别给出了 CRT 显示器常用集成电路、74/54 系列集成电路、常用晶体三极管、常用二极管和偏转线圈的性能参数。本书给出的 30 多种显示器的近 800 个典型实例,可供直接参考,并可使读者举一反三,触类旁通。全书的论述力求深入浅出,资料翔实。

本书在编著中,得到中国计算机学会计算机维护与管理专业委员会黄昌夺、任公越二位主任委员的关心和支持。李海泉编著了本书第一章,第二章第四节,第三章,第四章第一、二节,第五、六、七、八章和附录一、二、四。李刚编写了本书第四章三、四、五、六节和附录三。王煜编写了本书第二章第一、二、三节,其中第二节的四、五部分又由李海泉作了整理。全书经李海泉修改、统编。书中给出的实例绝大部分来自作者的科研和调机实践。本书编著中还参考了大量计算机中、英文书刊和资料。本书稿由中国计算机学会抗恶劣环境计算机专业委员会常委、西安电子科技大学计算机外部设备专家杨俊教授主审。胡长乐、伍志华、焦蕊、朱文喜、陈家勇等同志给予了不少帮助。在此,谨向有关人员表示衷心的感谢。

由于作者水平有限,加之时间仓促,书中的错误和疏漏之处在所难免,敬请读者和计算机界同行批评指正。

作者

1995 年 5 月



第一章 CRT 显示器概述	1
第一节 显示器发展概况	1
第二节 显示器系统的组成及其性能	3
一、CRT 显示器系统的组成	3
二、显示器的性能	5
第三节 阴极射线管	6
一、电子枪	6
二、电子束的聚焦	7
三、电子束的磁偏转	8
四、荧光屏	9
第四节 彩色 CRT 管	11
第五节 CRT 外围电路	14
一、偏转部件	14
二、扫描电路	17
三、视频放大器	18
四、CRT 供电电路	19
第二章 CRT 适配器	22
第一节 CRT 适配器的组成及原理	22
第二节 通用显示适配器	22
一、MDA 适配器	23
二、CGA 适配器	26
三、CGE 适配器	29
四、EGA 适配器	31
五、VGA 适配器	35
六、HGC 适配器	38
第三节 长城系列显示适配器	38
一、CH 适配器	38

二、CMGA 适配器	40
三、CEGA 适配器	42
第四节 专用显示适配器	43
一、ARTIST-I 高分辨率显示适配器	43
二、AGC 高性能显示适配器	47

第三章 CRT 显示器的可靠性分析与测评 51

第一节 CRT 显示器的可靠性问题	51
第二节 CRT 显示器的故障分析	54
一、CRT 显示器的故障类型	54
二、CRT 显示器故障产生的原因	56
第三节 CRT 显示器的可靠性分析与测评	57
一、可靠性测评的意义	57
二、CRT 显示器失效分析	57
三、提高 CRT 显示器可靠性的途径	59

第四章 CRT 显示器的故障测试仪器与设备 60

第一节 CRT 显示器的故障测试方法及设备	60
一、CRT 显示器的故障测试方法	60
二、CRT 显示器的测试设备与仪器	62
三、CT500 测试软件	64
第二节 示波器	66
一、示波器的原理	66
二、示波器的选择	67
三、示波器的使用	68
四、示波器的测试方法	69
五、示波器在 CRT 显示器测试中的应用	70
第三节 晶体管特性图示仪	71
一、JT-1 图示仪的功能	71
二、JT-1 图示仪的原理	72
三、JT-1 图示仪的使用	72
第四节 短路故障追踪仪	75
一、短路故障追踪仪的原理	76
二、仪器面板	76
三、短路故障追踪仪在 CRT 显示器测试中的应用	77
第五节 集成电路测试仪	79
一、数字集成电路测试仪的功能	79
二、数字集成电路测试仪的原理	79
三、数字集成电路测试仪的应用	80
第六节 万用表	82

一、指针式万用表	82
二、数字式万用表	82
第五章 CRT 显示器的故障测试和维修技术	83
第一节 故障测试和维修前的准备	83
第二节 故障测试及维修要点	83
一、故障测试和维修的注意事项	83
二、故障检修的基本顺序	85
三、故障检修的基本规则	85
第三节 故障部位的判断	86
一、观察故障现象	86
二、分析故障原因	89
第四节 故障的测试与检查方法	91
一、使用万用表检查的方法	91
二、使用仪器检查的方法	94
三、代换检查的方法	95
四、几种行之有效的检查技巧	96
第五节 元器件的检查方法	97
一、电阻器	97
二、电容器	98
三、电感线圈和变压器	99
四、二极管	99
五、发光二极管	100
六、稳压二极管	101
七、三极管	101
八、场效应管	103
九、可控硅	103
十、集成电路	104
第六节 CRT 显示器检修中应注意的问题	105
第七节 更换元器件的方法	107
一、集成电路的拆卸方法	107
二、专用晶体管的更换	108
三、变压器的更换	109
四、彩色显像管的替换	109
第六章 CRT 显示适配器的故障分析与测试	110
第一节 显示适配器总线的故障分析与测试	110
第二节 视频存储器的故障分析与测试	113
第三节 时序控制电路的故障分析与测试	116
第四节 CRT 控制器的故障分析与测试	122

第五节 颜色选择逻辑的故障分析与测试·····	126
第六节 字符发生器及其外围电路的故障分析与测试·····	132
第七章 CRT 显示器的故障分析与测试 ·····	133
第一节 显像管电路的故障分析与测试·····	133
第二节 开关电源和消磁电路的故障分析与测试·····	138
一、开关电源和消磁电路的故障分析·····	138
二、开关电源和消磁电路的故障测试·····	140
三、开关电源和消磁电路的故障分析与测试实例·····	145
第三节 行扫描电路的故障分析与测试·····	154
一、行扫描电路的故障分析·····	154
二、行扫描电路的故障测试·····	155
三、行扫描电路的故障检测流程·····	156
四、行扫描电路的故障分析及测试实例·····	156
第四节 场扫描电路的故障分析与测试·····	166
一、场扫描电路的故障分析·····	166
二、场扫描电路的故障测试·····	167
三、场扫描电路的故障测试流程·····	168
四、场扫描电路的故障分析与测试实例·····	168
第五节 视频驱动电路的故障分析与测试·····	174
一、视频驱动电路的故障分析·····	174
二、视频驱动电路的故障测试·····	174
第六节 同步信号处理和偏转电路的故障分析与测试·····	179
一、同步信号处理电路的故障分析与测试·····	179
二、偏转部件的故障分析与测试·····	186
第八章 CRT 显示器的故障处理 ·····	187
第一节 单色显示器的故障测试与处理·····	187
一、单色显示器的故障测试与处理流程·····	187
二、单色显示器电源的故障测试与处理·····	189
三、单色显示器显像管电路的故障测试与处理·····	193
四、单色显示器行扫描电路的故障测试与处理·····	194
五、单色显示器场扫描电路的故障测试与处理·····	199
六、单色显示器接口、通道和视放电路的 故障测试与处理·····	200
第二节 彩色显示器的故障测试与处理·····	202
一、彩色显示器的故障检测与处理流程·····	203
二、彩色显示器电源的故障测试与处理·····	204
三、彩色显像管电路的故障测试与处理·····	209
四、彩色显示器行扫描电路的故障测试与处理·····	211

五、彩色显示器场扫描电路的故障测试与处理	216
六、彩色显示器接口、通道和视放电路的故障测试与处理	220
第三节 增强图形显示器的故障测试与处理	224
一、EGD 显示器故障检测与处理流程	225
二、EGD 显示器电源的故障测试与处理	226
三、EGD 彩色显示器显像管电路的故障测试与处理	233
四、EGD 显示器行扫描电路的故障测试与处理	235
五、EGD 显示器场扫描电路的故障测试与处理	241
六、EGD 显示器通道及视放电路的故障测试与处理	244
第四节 视频阵列显示器的故障测试与处理	248
一、VGA 显示器的故障检测与处理流程	248
二、VGA 显示器电源的故障测试与处理	248
三、VGA 显示器显像管电路的故障测试与处理	254
四、VGA 显示器行扫描电路的故障测试与处理	257
五、VGA 显示器场扫描电路的故障测试与处理	262
六、VGA 显示器通道和视放电路的故障测试与处理	265
第五节 多频自同步高分辨率彩色显示器故障测试与处理	267
一、MHD 显示器的故障分析、测试与处理流程	268
二、MHD 显示器电源故障的测试与处理	268
三、MHD 显示器显像管电路的故障测试与处理	276
四、MHD 显示器行扫描电路的故障测试与处理	279
五、MHD 显示器场扫描电路故障的测试与处理	283
六、MHD 显示器通道和视放电路的故障测试与处理	286
附录一 显示器常用集成电路及其性能参数	290
附录二 显示器内部电路使用的 74/54 系列器件	314
附录三 显示器常用晶体三极管和晶体二极管	341
附录四 显示器用偏转线圈参数	347
参考文献	348

第一章

CRT 显示器概述

第一节 显示器发展概况

电子计算机,无论是大型的、小型的,还是微型的,都广泛使用显示终端作为基本的输出、输入设备。随着计算机技术的发展,显示器技术获得了长足的发展和应用。

显示器的发展,可追溯到 1949 年;当时用于把计算机求出的微分方程的解显示在荧光屏上。50 年代,随着美国赛其(SAGE)系统的设计和应用,把图形显示技术应用到各种军用和民用系统上。60 年代,半导体进入集成电路阶段,显示技术得到了蓬勃发展,人们研制出激光显示器、等离子体显示板和液晶显示器,以及发光二极管(LED)、电致变色显示(ECD)、电泳显示(EPIID)等多种显示器件。

80 年代初,伴随着微型计算机的发展,CGA(Color Graphics Adapter)显示方式问世,它的分辨率为 320×200 ,颜色为 4 色。以后在不到 10 年的时间内,显示方式已经从 CGA、EGA(Enhanced Graphics Adapter)、SEGA(Super Enhanced Graphics Adapter)、VGA(Video Graphics Adapter)、SVGA(Super Video Graphics Adapter)向超高分辨率发展,显示精度从 320×200 发展到 1280×1024 以上,颜色从 4 种发展到无穷多种,扫描频率从 15.7kHz 发展至 120kHz 以上,信号从 TTL 向 Analog 转化。80 年代中期,面对世界上不断涌现的各种显示方式、不同的扫描频率,日本 NEC 公司首先推出了多频自同步扫描显示器(Multisync),以一种显示器适用于多种显示卡。从目前国际市场上看,16~20 英寸彩色高分辨率显示器几乎都是多频自同步扫描显示器。这种显示器深受高档微机 and CAD 工作站等用户的喜爱。据 Dataquest 预测,1995 年全世界将年产 2000 万台微机,多频自同步扫描显示器将占到显示器总数的 30%。目前,显示器的主流产品为 VGA;彩色品种多于单色品种。

美国 IBM 公司为 PS/1 系列微机设计的高分辨率图形显示模式 8514/A 推出后,台湾积极进军世界专业工作站市场,开发了 17 英寸的高分辨率彩色 VGA 产品。1991 年底,IBM 公司公布了 XGA(扩展图形处理阵列)视频图形显示控制器,用于 PS/2 系列的 90 和 95 两种型号的微机中,并把 XGA 作为视频显示的新标准。

我国在“七·五”期间,推出一些中、低档彩色、单色显示器产品,使国内计算机配置的国产显示设备比例有了很大提高。1985 年,长城计算机公司 GW200(兼容 CGA)显示器问世,并先后在 CGA 基础上推出了具有中文字符显示功能的 015 卡(640×450)和增强图形显示功能的 014 卡(640×504),使 GW200 显示器无论是中文信息处理,还是图像分辨率、显示色彩方面都具有先进性。1987 年 6 月,长城计算机公司开始研制与 EGA 兼容的 GW300 显示器,并开发了 CEGA 显示适配卡,于 1987 年 11 月投入大量生产。1987 年又研制成功单色多灰度高分辨率显示器 GW100 以及与之配套使用的中文单色显示器适配卡 CMGA。它以 16 级灰

度，兼容了长城系列微机彩色软件和 Hercules 软件的显示，占据了国内很大市场。1988 年国内又研制了与 VGA 兼容的 GW400 显示器，并在多频自同步扫描技术、高频信号处理技术上实现了新的突破。进入 90 年代后，国内又相继开发出 GW500 多频自同步高分辨率彩色显示器，GW400B 增强 VGA 显示器、GW240A 型 EGA/CGA 显示器和 GW140 增强型单色 VGA 显示器和 GW100C 型单色多灰度显示器。

常用显示器的分类及各自特性如表 1-1 所示。

表 1-1 显示器分类及特性

显示器类型	适配器类型	颜色	文本分辨率	图形分辨率	频率	显示方式	适用机型
单色显示器 MD(Monochrome Display)	MDA Hercules CGMA	2 中灰度	80×25	640×350 720×350 640×504	15.8kHz (50Hz)	字符 字符、图形 字符、图形	IBM-PC/XT IBM-PC/ XT、AT、286
彩色显示器 (CGD)(Color Graphics Display)	CGA EGA CGE400	16	40×25 80×25	320×200 640×200 640×400	15.8kHz (60Hz)	字符、图形	IBM-PC/ XT、AT、 286、386
多频同步 数字输入彩色显示器	CGA EGA	64 种中的 16 种	40×25 80×25	320×200 640×200 640×350	可变	字符、图形	AT、286、386 等
增强彩色图形显示器 EGD (Enhanced Graphics Display)	CGA EGA	同上	同上	同上	15.8kHz 或 21.8kHz	字符、图形	AT、286、386 等
视频阵列显示器 VGD	VGA (视频图形阵列)	256K 中的 256 种	80×25	640×480 640×600	可变	字符、图形	AT、286、 386、486、 PS/2
GW200、240	015 卡 014 卡	8、16	中文显示 增强图形	640×400 640×504	15.8kHz	字符、图形	GW0520CH、 286B
GW300	CEGA、015	16	汉字增强 图形显示	640×480		字符、图形	
GW400	VGA	256			多频		
GW500	VGA(多频自 同步视频图形阵列)	256	40×25 80×25	320×200 640×400 320×350 640×350 640×480 640×200 720×350 720×400	可变	字符、图形	PS/2、386、 486 等

第二节 显示器系统的组成及其性能

显示器是微型计算机系统中重要的外部设备，是人机对话的重要工具。它的主要功能是将主机发出的信息接收过来，经过一系列的放大、变换过程，最后以光的形式将文字或图形显示出来。显示器是显示设备中最重要的部分，是把电信号转换成光信号的部件。按其材料，可分为阴极射线管(CRT)、等离子显示板(PDP)、发光二极管(LED)、场致发光显示器(ELD)、液晶显示器(LCD)、电致变色显示器(ECD)和电泳显示器(EPID)等。这些显示器件，按显示原理可分成两类。一类叫主动显示器件，如CRT显示管、发光二极管等，它们是在外加电信号作用下，依靠器件本身产生的光辐射进行显示的，因此也叫光发射器件。另一类叫做被动显示器件，如液晶显示器、等离子显示器等，这类器件是在外加电场作用下，依靠器件材料本身的光学特性变化，或能使光透过，或能使光反射，使照射在它上面的光受到调制，人眼看到的正是这种带有规定信息的调制光，因此这类器件又叫光调制器件。

CRT(Cathode Ray Tube; 阴极射线管)虽然工作电压高(几十千伏)，体积大，笨重、易碎，但因其物美价廉，仍然受到人们的偏爱，尤其是CRT的性能不断改进和提高，新技术不断更新和发展，以及充分利用CRT性能的高分辨率和超高分辨率CRT管的大量生产，造价不断降低，且视频放大器带宽已做到100MHz以上，更突出了CRT显示器的顽强生命力。预计今后20年中，CRT管仍将占有主导地位。因此，本书主要讨论CRT显示器的原理、测试和维修技术。

一、CRT 显示器系统的组成

CRT 显示器系统由 CRT 显示器和显示适配器组成，如图 1-1 所示。

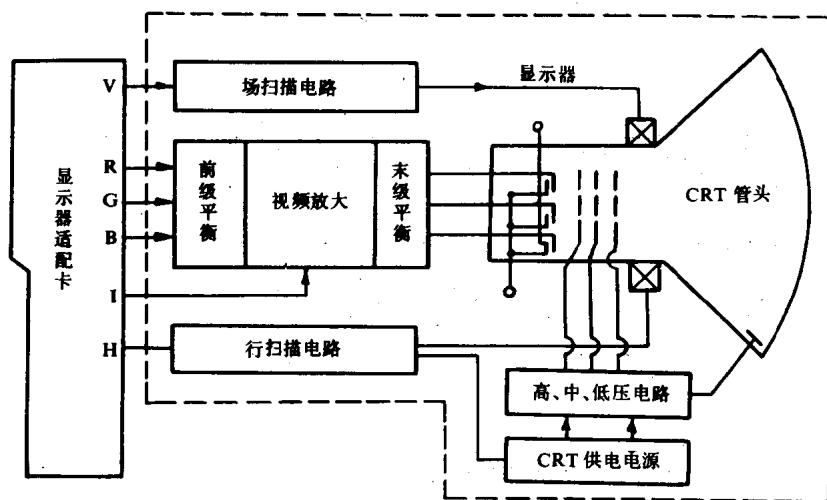


图 1-1 CRT 显示器系统组成框图

显示适配器是连接计算机和显示器的接口。计算机内部数据总线的信号是并行信号，要实现主机CPU控制下在屏幕指定的位置上稳定而又清晰地显示出相应的字符或图形，必须将主机内的并行信号转换为串行信号，并配合以相应的控制信号，形成复合视频信号，再送往显示器，这个工作由显示适配器(适配卡)电路来完成。它由复杂的电子电路组成，集装在一

块 I/O 插件板上, 固定于计算机主机箱里的 I/O 插槽内。它一方面通过主机箱内系统板上的插槽与系统总线连接, 另一方面通过输出口经过多芯电缆将视频信号、亮度信号、垂直和水平同步信号等送往显示器接口电路, 再由接口电路送到显示器内不同电路去完成相应的功能。

随着微机的发展和应用领域的不断扩大, 显示器的种类越来越多, 显示适配器也随之越来越多。目前, 按其用途可分为两大类: 通用显示器及其适配卡和专用显示器及其适配卡。

通用显示器分辨率比较低, 通常在 320×200 点阵到 640×480 点阵之间, 其显示适配卡主要有单色显示适配卡(MDA)、彩色图形显示适配卡(CGA)、增强图形显示适配卡(EGA)、多彩色图形阵列显示适配卡(MCGA)、视频图形阵列显示适配卡(VGA)、单色图形显示适配卡(HGC)、增强彩色图形显示适配卡(CGE400), 以及国产长城系列微机显示卡 015、014、CEGA、CMGA 等。

专用显示器分辨率较高, 一般为 1026×768 点阵、 1024×1024 点阵、 1280×1024 点阵或 1600×1200 点阵, 甚至更高, 其显示适配卡主要有高性能图形显示控制器 HD63484、 μ PD7220 等几种。

各种显示适配卡性能如表 1-2 所示。

表 1-2 各种显示适配卡性能一览表

	显示适配卡名称	中文名称	最高分辨率	颜色	显示方式	兼容性
通用 显示 适配 卡	MDA (Monochrome Display Adapter)	单色字符显示适配卡	25×80 字符	单色	字符	—
	HGC (Hercules Graphics Card)	单色图形显示适配卡	720×348	2	字符, 图形	CGA*, MDA
	CGA (Color Graphics Adapter)	彩色图形显示适配卡	640×200	2	字符, 图形	—
	EGA (Enhanced Graphics Adapter)	增强图形显示适配卡	640×350	16	字符, 图形	CGA
	MCGA (Multicolor Graphics Array)	多彩色图形阵列显示适配器	320×200 640×480	256 2	字符, 图形	CGA
	VGA (Video Graphics Array)	视频图形阵列显示适配器	640×480 1024×768	256 16	字符, 图形	CGA, MDA, HGC, EGA, MCGA
	CGE400 (Color Graphics Enhancer400)	Color 400	640×400	16	字符, 图形	CGA, MDA
专用 显示 适配 卡	ARTIST-1 显示器 μ PD7220 (Graphic Display Controller)	高分辨图形显示适配器	1024×1024	16	图形模式	
	AGC 显示器 (HD63484 卡)	高性能 CRT 控制器	1280×1024		图形方式	

表中 * 表示 HGC 要在初始化后模拟 CGA, 而不全兼容 CGA 方式。

CRT 显示器, 主要由场扫描电路、行扫描电路、视频放大电路、CRT 管和高压电路, 以及电源电路等组成, 如图 1-1 中虚线框内所示。这里, 场扫描电路主要产生垂直方向的偏转电流; 行扫描电路主要用来产生水平方向的偏转电流和 CRT 所需要的高、中、低电压; 视频放大电路用以将主机送来的视频信号经放大以后送给 CRT; CRT 用来显示字符或图形; 电源电路用来为整机提供能源。为了保证水平和垂直扫描电路的振荡频率与主机频率同步, 通常还设置有同步电路。这些电路的组成原理在后面几节中再作介绍。

二、显示器的性能

显示器的性能指标,主要有分辨率、颜色或灰度、显示速度和图形显示能力等。其中,最主要的是分辨率和颜色(或灰度)。

1. 分辨率

分辨率是指显示器屏幕上有多少个基本像素点(Pixel)。随着微机的发展,显示器分辨率从 320×200 点阵(CGA)、 640×200 、 640×350 、 640×400 、 640×480 (VGA),向更高点阵发展。由于应用场合的不同,某种分辨率的显示器在不超过最高分辨率的情况下,可以有不同的分辨率。例如,VGA显示器可以有 320×200 、 640×200 、 640×350 、 640×400 、 640×480 几种分辨率。

2. 颜色或灰度

颜色(或灰度)是显示器性能的另一个重要参数。PC微机早期的显示器(配MDA卡)只能显示字符,仅有一般亮度和高亮度两种灰度。之后推出的彩色图形显示器及其CGA适配卡,利用了显示器内CRT的彩色能力,在字符方式下可达16种颜色,但由于该适配卡结构的限制,在中分辨率图形方式下只能使用4种颜色。当显示器发展到增强图形显示器时,最多可以使用64种颜色中的16种;而到了视频图形阵列显示器时,最多可以使用256K种中的256种颜色。

颜色(或灰度)是通过模拟电信号产生的,由于微机对屏幕的控制,必须通过数字方式设置,因此采用数字信号接口。MCGA和VGA虽然采用模拟信号接口,但对显示器的操作仍然要通过数字方式进行,这就受到内存的限制。例如,在CGA显示适配卡内可使用的RAM只有16KB,在高分辨率方式下,只能同时使用两种颜色,因为 $640 \times 200 \times 1/8 = 16000\text{B}$,接近16KB。而到VGA,实现 640×480 分辨率的16种颜色时,由于一个像素有16种颜色,最少需要占4位,因此需内存 $640 \times 480 \times 4/8 = 153600\text{B} \approx 153\text{KB}$ 。因此颜色(或灰度)的增加,会带来适配卡成本的增加。目前,最常用的高分辨率仍是VGA的 640×480 (16种颜色)。

3. 速度

速度是指文字或图像的显示速度。它与显示器分辨率和扫描频率有关。显示分辨率高时,一个完整屏幕的像素点就增多了,所有像素点都要显示一遍,速度就要慢下来。显示器分辨率越高,输出视频信号的频率就越高,要求其扫描频率也越高。只有显示器的频率与其适配卡输出的频率相同时,才能得到所需分辨率的显示效果。

早期的显示器都是固定频率。一种显示器只有一种扫描频率,只能与一种显示卡相匹配使用。随着显示技术的发展,出现了可变频率的显示器。它采用自动跟踪技术,使显示器的扫描频率自动与适配卡的输出同步,从而实现了较宽的适用范围,同一显示器可以适应CGA、EGA、VGA、甚至Super EGA、Super VGA等各种显示适配卡。

4. 图形显示能力

图形显示能力是指对屏幕上的每一个像素点都可以设置成不同值的能力。最早出现的单色显示器是字符型的,不支持图形显示,其控制比较简单;而后出现的彩色显示器和多灰度

单色显示器均支持图形显示。图形显示对硬件的要求要高得多。显示器具有图形能力时，其显示适配卡上应有图形显示控制器，以控制对屏幕上点的操作；另外显示缓冲区要比字符显示时大得多。

第三节 阴极射线管

阴极射线管又简称显像管。显像管是将电信号转化为光信号的器件。它能将计算机发出的信息，以光的形式重现在荧光屏上。显像管是玻璃制成的一种电真空器件。它可分成三个部分：

- ① 荧光屏部分，内部涂有荧光粉；
- ② 锥体部分，内外部都涂有导电的石墨层，外部装有阳极引出线；
- ③ 管颈部分，内部装有电子枪，外部靠近锥体部分装有偏转线圈。

一、电子枪

电子枪是 CRT 的核心，用以把阴极发射出来的大量电子，经强度控制、聚焦和加速，形成一束很细的电子流，经过偏转线圈的控制作用，以高速、定点地去轰击荧光屏。荧光屏上的荧光粉经电子的轰击而发出亮光。轰击的电子愈多，速度愈快，荧光屏上发出的亮光就愈亮。亮光点描绘出各种字符和图形。

电子枪由灯丝、阴极 K、栅极(用 G_1 表示)、加速极(用 G_2 表示)、聚焦极和阳极 A(高压极)组成。它是发射电子束的部件。

(1) 灯丝的作用：通电后，将电能转换成热能，并对阴极加热，使阴极表面产生 $600\sim 800^\circ\text{C}$ 的高温，创造一个使阴极发射电子的外部条件。

(2) 阴极的作用：受热后发射电子。

(3) 栅极的作用：控制阴极发射电子束到达荧光屏的数量。

(4) 加速极的作用：控制阴极发射电子束到达荧光屏的速度。

(5) 聚焦极的作用：控制阴极发射电子束到达的目标。

(6) 阳极的作用：建立一个强电场，以利于电子束的运动。

按电子束偏转方式的不同，CRT 可分成两类：一类通过电场控制电子束的偏转，称为静电式 CRT；另一类利用磁场控制电子束的偏转，叫电磁式 CRT。它们的基本结构如图 1-2 所示。其中图(a)是静电式，图(b)是电磁式。与静电式 CRT 相比，电磁式 CRT 具有较多的优

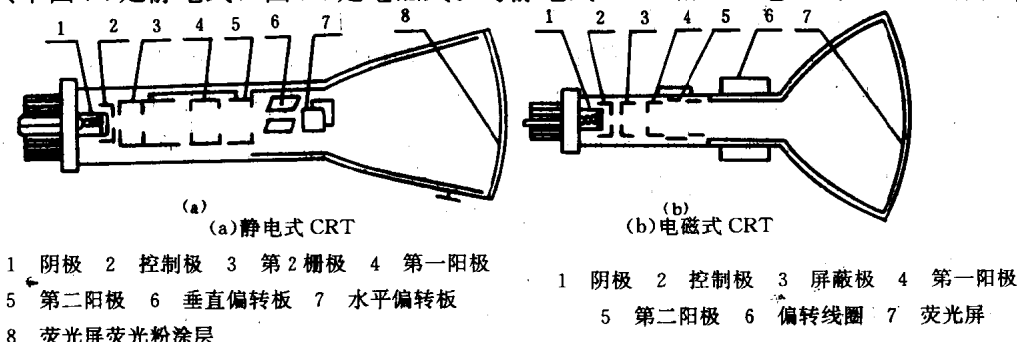


图 1-2 两种 CRT 结构