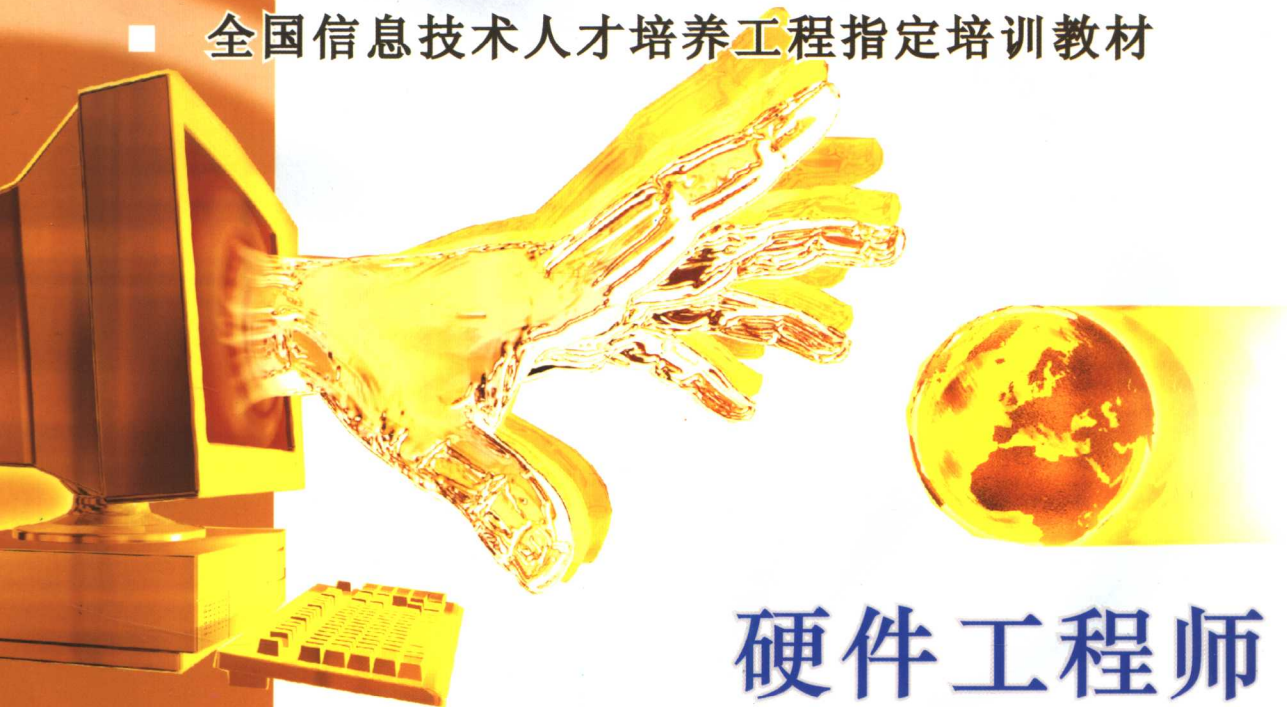


■ 全国信息技术人才培养工程指定培训教材



硬件工程师 职业教育系列教程 显示器维修

信息产业部电子教育中心 组编
王青 田真银 主编

**YINGJIAN GONGCHENGSHI
ZHIYE JIAOYU XILIE JIAOCHENG
XIANSHIQI WEIXIU**



电子科技大学出版社

[Http://www.uestcp.com.cn](http://www.uestcp.com.cn)

全国信息技术人才培养工程指定培训教材

硬件工程师职业教育系列教程

显示器维修

信息产业部电子教育中心 组 编

王 青 田真银 主 编

电子科技大学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

显示器维修/王青, 田真银主编. —成都: 电子科技大学出版社, 2005.12

(硬件工程师职业教育系列教程)

ISBN 7-81114-015-2

I. 显… II. ①王… ②田… III. 显示器—维修—教材 IV. TN873

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 147423 号

内 容 简 介

本书是“全国信息技术人才培养工程——硬件工程师职业教育项目”的配套教材。

本册针对计算机维修人员学习显示器技术的特点和要求, 系统、全面地介绍了显示器的系统结构、工作原理和检测显示器故障的方法。全书共分 10 章, 内容包括显示器概述、CRT 显示器成像原理与组成、电源电路、行扫描电路、场扫描电路、视频放大电路、CPU 和 I²C 总线、液晶显示器概述、液晶显示器电路、维修方法和检测流程。

本教材强调基本概念和实际应用相结合, 注重基础理论和实践操作练习, 可以作为显示器维修人员和在校生的基础教材, 也可以作为显示器维修人员的参考书和自学资料。

全国信息技术人才培养工程指定培训教材

硬件工程师职业教育系列教程

显示器维修

信息产业部电子教育中心 组 编

王 青 田真银 主 编

出 版 电子科技大学出版社 (成都市建设北路二段四号, 邮编: 610054)

责任编辑 周清芳 何 毅

发 行 电子科技大学出版社

印 刷 成都蜀通印务有限责任公司

开 本 787×1092 1/16 印张 21.25 字数 460 千字

版 次 2005 年 12 月第一版

印 次 2005 年 12 月第一次印刷

书 号 ISBN 7-81114-015-2/TP·7

定 价 40.00 元

■ 版权所有 侵权必究 ■

- ◆ 邮购本书请与本社发行科联系。电话: (028)83201495 邮编: 610054。
- ◆ 本书如有缺页、破损、装订错误, 请寄回印刷厂调换。

全国信息技术人才培养工程教材编委会

主任：王耀光（信息产业部人事司 副司长）

副主任：柳纯录（中国电子信息产业发展研究院 总工程师）

华平澜（中国软件行业协会 副会长）

委员：（以姓氏笔画为序）

张 刚（天津大学信息学院 教授）

陈 平（西安电子科技大学软件学院 教授）

沈林兴（信息产业部电子教育中心 高级工程师）

柏家球（天津大学信息学院 教授）

杨 成（河北大学计算机学院 副教授）

张长安（航天科工集团 研究员）

张 宜（北京邮电设计院 高级工程师）

袁 方（河北大学计算机学院 副教授）

曹文君（上海复旦大学软件学院 教授）

温 涛（东软信息技术学院 教授）

蒋建春（中国科学院信息安全技术工程研究中心 博士）

焦金生（清华大学出版社 编审）

程仁洪（南开大学 教授）

通信地址：北京 4556 信箱教育中心

[Http://www.ceiaec.org](http://www.ceiaec.org)

序

当今世界，随着信息技术在经济社会各领域应用的不断深化，信息技术对生产力乃至人类文明发展的巨大推动作用越来越明显。党的“十六大”提出要“坚持以信息化带动工业化，以工业化促进信息化”，“优先发展信息产业，在经济和社会领域广泛应用信息技术”，明确了我国经济发展的道路，赋予了信息产业新的历史使命。近年来，日新月异的信息技术呈现出新的发展趋势，各类信息技术加快了相互融合和渗透的步伐，信息技术与其他技术的结合更加紧密，信息技术应用的深度、广度和专业化程度不断提高。

我国的信息产业作为国民经济的支柱产业正面临着有利的国际、国内形势，电子信息产业的规模总量已进入世界大国行列。但是我们也清楚地认识到，与国际先进水平相比，我们在产业结构、核心技术、管理水平、综合效益、普及程度等方面，还存在较大差距，缺乏创新能力与核心竞争力，“大”而不强。国际、国内形势的发展，要求信息产业不仅要做大，而且要做强，要从制造大国向制造强国转变，这是信息产业今后的重点工作。要实现这一转变，人才是基础。机遇难得，人才更难得，要抓住 21 世纪头 20 年的重要战略机遇期，加快信息行业的发展，关键在于培养和使用好人才资源。《中共中央、国务院关于进一步加强对人才工作的决定》指出，人才问题是关系党和国家事业发展的关键问题，人才资源已成为最重要的战略资源，人才在综合国力竞争中越来越具有决定性意义。

为抓住机遇，迎接挑战，实施人才强业战略，信息产业部启动了“全国信息技术人才培养工程”。该项工程旨在通过政府政策的引导，充分发挥全行业 and 全社会教育培训资源的作用，建立规范的信息技术教育培训体系、科学的培训课程体系、严谨的信息技术人才评测服务体系，培养造就大批行业急需的、结构合理的高素质信息技术应用型人才，以促进信息产业持续、快速、协调、健康发展。

由各方专家依据信息产业对技术人才素质与能力的需求，在充分吸取国内外先进信息技术培训课程优点的基础上，信息产业部电子教育中心精心组织编写了信息技术系列培训教材。这些教材注重提升信息技术人才分析问题和解决问题的能力，对各层次信息技术人才的培养工作具有现实的指导意义。我谨向参与本系列教材规划、组织、编写的同志们致以诚挚的感谢，并希望该系列教材在全国信息技术人才培养工作中发挥有益的作用。

王耀光
二〇〇四年四月十三日

前 言

为开展实用、高效的计算机硬件职业教育，打造高素质、实用型复合人才，信息产业部电子教育中心启动了“硬件工程师职业教育项目”。该项目对象为具有一定的计算机硬件基础知识、电子电路基础知识和英语基础，学历为中专或中专以上水平，立志于从事微型计算机硬件产品的销售、维护或维修工作的学生和在职人员。

本册针对维修人员和在校学生学习显示器技术的特点和要求，系统、全面地介绍了显示器的系统结构、工作原理和显示器故障的检测方法。全书共分 10 章，主要内容包括：

- (1) 显示器的发展和组成；
- (2) 显示器的成像原理和 CRT 的结构；
- (3) 显示器电源的工作原理和电源电路的检测及维修；
- (4) 显示器行扫描电路的工作原理以及检测和维修；
- (5) 显示器场扫描电路的工作原理以及检测和维修；
- (6) 显示器视频放大电路的工作原理以及检测和维修；
- (7) 显示器 CPU 和 I²C 总线的检测；
- (8) 液晶显示器的分类和显示原理；
- (9) 液晶显示器的 ADC、接口、控制等主要电路的检测和维修；
- (10) 显示器维修的方法和检测流程。

本书内容由浅入深，层次分明，逻辑清晰，论理确切，便于自学。全书图文并茂，从而避免了术语晦涩难懂，它可以作为理工科电子类专业中、高职专科学生相关课程的基础教材，也可以作为计算机硬件销售人员和维护、维修人员的参考书和自学教材。

本书由刘桂松参与编写，北京动力时代资讯有限公司提供技术支持，在此对为本书出版付出辛勤劳动的同志表示衷心感谢。

由于编者水平有限，书中难免存在错误及不妥之处，敬请读者提出宝贵意见。

编 者
2005 年 12 月

目 录

第 1 章 显示器概述.....	1
1.1 显示器历史.....	2
1.1.1 什么是显示器.....	2
1.1.2 显示标准和显示卡.....	5
1.2 显示器的分类.....	7
1.2.1 显示器的分类.....	8
1.2.2 显示器的发展.....	11
1.3 CRT 显示器的组成.....	11
第 2 章 CRT 显示器的成像原理与组成.....	15
2.1 CRT 显示器的成像原理.....	16
2.1.1 带电粒子在磁场中的运动.....	17
2.1.2 偏转原理.....	18
2.1.3 扫描电流在扫描过程中的作用.....	21
2.1.4 图像形成原理.....	26
2.1.5 偏转线圈.....	27
2.2 显示管.....	28
2.2.1 显示管的产生.....	29
2.2.2 单色显示管.....	31
2.2.3 彩色显示管.....	33

2.2.4	自会聚彩色显示管	43
2.3	显示器外部调整功能及 OSD 调整	49
2.3.1	面板控制类型	50
2.3.2	失真和调整	52
2.3.3	屏幕菜单调整实例	57
第 3 章	电源电路	63
3.1	电源电路概述	64
3.1.1	电源的类型	65
3.1.2	串联型线性稳压电源	67
3.2	开关稳压电源	73
3.2.1	开关稳压电源基本工作原理	74
3.2.2	实用的单色显示器开关稳压电源电路	78
3.3	它激式开关稳压电源应用案例	81
3.3.1	使用 KA3882 电源管理芯片的它激式并联型开关稳压电源	82
3.3.2	具有自动识别输入的显示器开关稳压电源电路	88
第 4 章	行扫描电路及显示管附属电路	99
4.1	行扫描电路	100
4.1.1	行扫描电路的结构和应用	101
4.1.2	行推动电路	102
4.1.3	行扫描输出电路	104
4.1.4	高压的形成	109
4.1.5	行扫描电路中的非线性失真	111
4.1.6	行幅度调整电路	122
4.1.7	自动行、场幅校正电路	125
4.1.8	行中心调整电路	126
4.2	显示管附属电路和行供电电路	127
4.2.1	显示管附属电路	128
4.2.2	行供电电路	136

4.3	TDA48XX 系列经济型同步偏向控制器	139
第 5 章	场扫描电路	155
5.1	场扫描电路	156
5.1.1	场扫描电路的功能与结构	156
5.1.2	场推动电路和场输出电路	159
5.1.3	TDA4866 芯片	164
5.2	场扫描相关电路	167
5.2.1	场扫描失真及其校正电路	167
5.2.2	场幅调整电路	170
5.2.3	场中心调整电路	170
第 6 章	视频放大电路	173
6.1	视频放大电路组成与功能	174
6.2	前置视频放大电路	176
6.2.1	没有 OSD 电路的视放前置电路	177
6.2.2	具有 OSD 电路的视放前置电路	182
6.3	OSD 电路	193
6.4	暗平衡电路	198
6.5	末级视频信号放大输出电路	201
第 7 章	CPU 和 I²C 总线	207
7.1	CPU	208
7.2	I ² C 总线	223
第 8 章	液晶显示器概述	229
8.1	液晶显示器的分类与技术参数	230
8.2	液晶的基础知识	233
8.2.1	液晶的物理特性	233
8.2.2	TFT 液晶显示屏的结构及工作原理	241

第9章 液晶显示器电路.....	247
9.1 液晶显示器的组成.....	248
9.1.1 台式液晶显示器的组成.....	248
9.1.2 液晶显示屏的组成.....	249
9.2 台式液晶显示器模/数转换电路.....	249
9.2.1 ADC 电路的组成和工作原理.....	250
9.2.2 ADC 电路板.....	251
9.3 TFT 液晶显示器显示屏的接口和电源.....	263
9.3.1 液晶显示屏的信号接口.....	264
9.3.2 液晶显示屏电源.....	267
9.4 TFT 液晶显示器的驱动和控制电路.....	274
9.4.1 液晶显示器的驱动电路.....	274
9.4.2 液晶显示器的控制电路.....	282
9.5 适配器.....	293
9.5.1 液晶显示器电源适配器概述.....	294
9.5.2 电源适配器电路原理.....	296
9.5.3 电源适配器的拆解.....	298
第10章 维修方法和检测流程.....	301
10.1 显示器故障.....	302
10.1.1 显示器故障的分类.....	302
10.1.2 显示器维修的基本原则和步骤.....	304
10.2 显示器维修方法.....	306
10.3 显示器检测流程.....	321
主要参考文献.....	326

第1章 显示器概述

概述

本章介绍了什么是显示器，显示器的产生、分类和发展，构成显示器的部件，还介绍了显示标准和显示卡。通过本章的学习，读者可以对显示标准的产生有初步的了解，并且对显示器及其内部各部件有一个初步认识，以便给后续的学习打下基础。

学习目标

- ▲ 了解显示器的产生和发展
- ▲ 了解显示标准及显示卡的产生和发展
- ▲ 掌握显示器的分类
- ▲ 掌握显示器的内外部结构

本章重点

- ▲ 显示器的分类
- ▲ 显示器的内外部结构

本章难点

- ▲ 显示器的内外部结构

1.1 显示器历史

概述

本节介绍什么是显示器，显示器的产生、分类和发展。通过本节的学习，维修人员能够为后续的学习打下基础。

学习目标

- ▲ 了解什么是显示器及其产生和发展
- ▲ 了解显示标准及显示卡的产生和发展
- ▲ 掌握显示器的分类

本节重点

- ▲ 显示器的分类

本节难点

- ▲ 显示器的分类

1.1.1 什么是显示器

1. 显示器的由来

从1946年第一台计算机(ENIAC)诞生以来，显示器经历了50多年的发展历程。特别是20世纪70年代以后，随着大规模集成电路(LSI)和超大规模集成电路(VLSI)的出现，制造工艺水平的提高，计算机除了向高性能巨型机方向发展外，还向微型计算机的方向快速发展。今天，微型计算机已经发展到了一个空前完善的阶段。

早期的计算机中，人与机器之间的信息交流通常是通过打孔机、纸带机等外围设备来完成，当计算机运算完毕输出结果时，就可以通过以上的设备来完成结果的输出。例如我们将

编制的程序翻译成二进制代码，再由打孔机将这些代码在纸带上打成相应的孔，输入给计算机。而机器运算完毕后，将运算结果的二进制代码序列在纸带上打成相应的孔输出。别的方面我们姑且不讲，这种输入、输出方式最明显的缺点就在于非常不直观，并且对操作人员的专业水平要求太高。输入数据，分析输出结果都要求是专业的人员，这样一来就将计算机限制在实验室或者研究机构里，计算机在这种情况下只能是专业人员的专利用品，很难深入到家庭、办公室和个人的生活之中。

1981年IBM公司推出了称为IBM PC的个人计算机，与此同时产生了一种类似于电视屏幕的人与机器对话的窗口，人们将其称之为显示器（Monitor）；还有类似于英文打字机的键盘（Keyboard）。从此以后，显示器和键盘在微型机领域里就取代了早期的输入/输出设备。计算机根据我们所输入的指令或者数据进行运算，运算完毕之后，将运算的结果在显示器上直观地显示出来。这样一来显示器的产生就使得人与机器的交流更加直观。不仅如此，显示器的产生在日后微型计算机的普及和发展上是具有跨时代意义的。它的重要意义就在于显示器的发明使非计算机专业的人员掌握计算机并且将其作为工作或者学习的工具成为可能。它使微型计算机以锐不可当的趋势在以后的数年中进入了社会、学校、医院、家庭等它可以并且应该出现的地方。现在且不说专业计算机人员，就是小学生都可以熟练地运用计算机了。

显示器是随着个人计算机的发展在最近20年发展起来的计算机外围设备，是人机交流的主要窗口。其主要任务就是显示通过键盘输入的信息和输出计算结果，以及显示适配器（Adapter）所发出的图形或文字信号。随着显示卡的日新月异，显示器的频率范围也不断地提高。

2. 显示器在计算机系统中的地位和发展速度

从构成显示器的电子线路来说，它在早期多为单一频率的单色显示器，其电子线路也相对简单。随着显示卡的发展，一种显示标准要支持几种频率或者分辨率，因而现在都是多频率自动同步的彩色显示器，它的电子线路就相对复杂，但是这种复杂也只在构成显示器的电子线路方面而已。就一种显示部件来讲，在显示原理上并没有什么大的飞跃。而显示器的更新和换代也主要集中在构成显示器的显示部件上。这种飞跃集中在阴极射线管CRT（Cathode Ray Tube）或者液晶显示板和控制方式上。CRT显示器经历了球面、平面、柱面、纯平面等几个阶段，颜色上的发展则经历了单色到彩色的过程。而与此同时由大规模集成电路或者超大规模集成电路构成的计算机和显示卡却是以几年一次的速度在更新。因而我们可以说，显示器的产生虽然是随着个人计算机的产生而产生，但是它的发展速度却远不如计算机的发展速度。实际的情况也是这样，我们的主机换代了几次，但是显示器可能还是我们最早的一台并没有更换。另外显示器的价格几乎占计算机系统的三分之一，所以从经济上也容不得我们经常更换。这样一来要使得显示器正常显示，就要有大量的维修工作。

综上所述，显示器作为人机对话的窗口在计算机系统中占有重要的地位。但是它的发展

速度却远比计算机慢，它的价格也只占据了系统的三分之一。计算机到时候不换代的话，有些重要的软件就无法运行；而显示器就不同，还可以继续使用，由此可以看出显示器的更新换代相对计算机而言具有滞后性。

3. 显示器的结构

通过卸掉固定螺钉（通常为4只），打开显示器后盖，它大体上是由以下几部分组成，如图1-1和图1-2所示。

（1）显示器的外部结构

- ① 电源电缆，通过此电缆将外部90V~264V交流电源引入显示器内。
- ② 信号电缆，将显示卡所输出的视频和同步信号等输入到显示器里。
- ③ 外壳，这里包括前框、后盖、旋转底座。
- ④ 贴在前框上的前铭牌、商标，后壳上的后铭牌、安全规范标志等。

（2）显示器的内部结构

- ① 阴极射线管 CRT（包括偏转线圈及附属调整元器件）组件，消磁线圈、倾斜调整线圈。
- ② 主板，主要包括水平及垂直偏转所用锯齿波的产生电路、CPU控制电路、高压产生电路、电源电路、亮度控制电路、对比度控制电路等。
- ③ 视频放大板，一般它是通过CRT管座插在CRT上，也有些显示器通过连接线与主板连接。

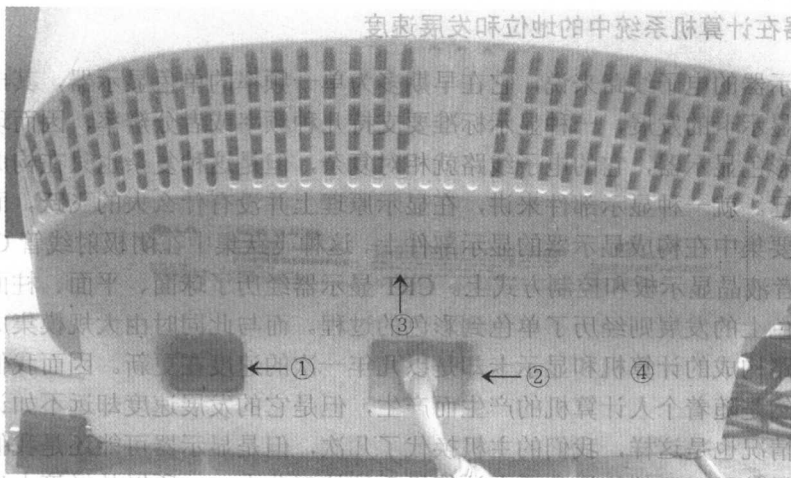


图1-1 显示器外部结构实例图

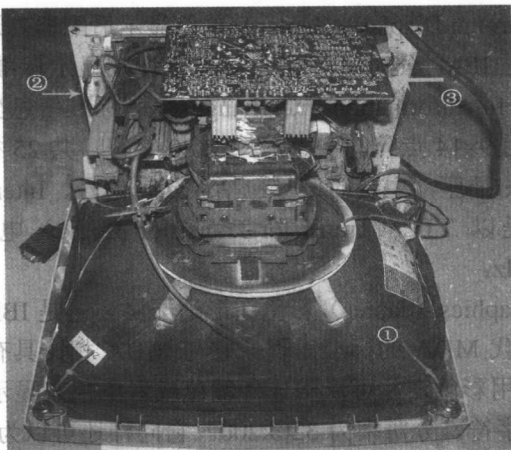


图 1-2 显示器内部结构实例图

1.1.2 显示标准和显示卡

早期 IBM 公司、Apple 公司等独立制造商都根据自己的产品制订了相应的视频显示标准，VESA (Video Electronic Standards Association) 视频电子标准协会对于以往的标准进行了修订或重新说明，同时制定了分辨率超过 VGA 的显示标准。这些显示标准无非是规定了显示的最高分辨率、行/场同步信号的频率、行/场同步信号的极性、信号连接的形式等。而显示卡就是计算机中按照这些显示标准输出显示信号的部件，显示卡可称为显示适配器。在计算机的发展过程中为了适应以上的标准，显示适配器也经历了许多阶段，从最初的 MDA 经历了 CGA、EGA、VGA、SVGA、XGA。显示卡实例图如图 1-3 所示。

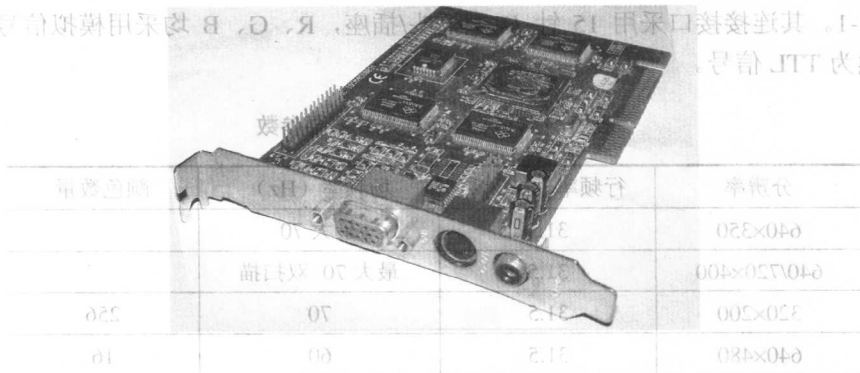


图 1-3 显示卡实例图

(1) MDA (Monochrome Display Adapter) 单色显示适配器。这是 IBM 公司 1981 年制定的视频显示标准,也是 IBM 公司所制定的第一个视频显示标准。该标准只支持 ASCII (American Standard Cord for Information Interchange 美国标准信息交换码) 文本显示,只能显示文本(字符)。它用 9×14 点阵的字模,每行 80 字符,共 25 行,分辨率是 720×350 ,连接接口是 9 针 D 型插头/插座,主要的信号包括 Video 信号、Intensity (加亮信号)、行/场同步信号,所有信号都是以 TTL (Transistor-Transistor Logic) 电平形式输出,行频率是 18.432kHz,场频率是 50Hz。

(2) CGA (Color Graphics Adapter) 彩色图形适配器。它是 IBM 公司 1981 年制定的彩色图形显示标准,作为替代 MDA 的标准出现。它与 MDA 相比具有彩色显示和图形显示两种功能。其显示字符可以用彩色,并可以用 4 种颜色或者单色来显示图形。其字模为 8×8 点阵字模,25 行,每行 40 字符,分辨率为 320×200 。它同样还可以为 8×8 点阵字模,25 行,每行 80 字符,分辨率为 640×200 。其颜色最大为 16 色,连接接口是 9 针 D 型插头/插座。它的主要信号包括 R (Red)、G (Green)、B (Blue) 信号、加亮信号、行/场同步信号,所有信号都为 TTL 电平,行频率是 15.750 kHz,场频率是 60Hz。

(3) EGA (Enhanced Graphics Adapter) 增强型图形适配器。它是 IBM 公司 1984 年制定的显示标准。其特点为彩色显示,可以显示不同字模字符,用彩色或者单色来显示图形,并向下兼容 CGA。其点阵字模为 8×8 和 8×14 两种,25 行,每行 80 字符;分辨率是 320×250 时,25 行,每行 40 字符;分辨率是 640×350 时,25 行,每行 80 字符;分辨率是 640×350 时是显示图形。它的连接接口是 9 针 D 型插头/插座,主要信号包括 R、G、B、R'、G'、B'、加亮信号、行/场同步信号,所有信号都为 TTL 电平。

(4) VGA (Video Graphics Array) 是在 EGA 和 MCGA 的基础上发展起来的显示标准,由 IBM 公司 1987 年制定。它与 EGA、MCGA 的主要不同在于视频信号 R、G、B 都采用了模拟信号,并且向下兼容其他软件。其字符显示时具有 9×16 点阵字模的高分辨率,可以同时显示 256 种颜色,单色显示时候具有 64 级灰度等级。它还具有较高的场扫描频率,其主要参数见表 1-1。其连接接口采用 15 针 D 型插头/插座,R、G、B 均采用模拟信号输出,行/场同步仍然为 TTL 信号。

表 1-1 VGA 显示标准的主要参数

分辨率	行频率 (kHz)	场频率 (Hz)	颜色数量
640×350	31.5	最大 70	
640/720×400	31.5	最大 70 双扫描	
320×200	31.5	70	256
640×480	31.5	60	16