



自己动手组装、维修丛书 (1)

# 多频 显示器

柳永林 主编  
柳永林 宋汝江 刘国红 编写  
张建南 田真银

## 维修圣手



本书配套光盘内容包括  
与本书配套的电子书。

书中内容包括

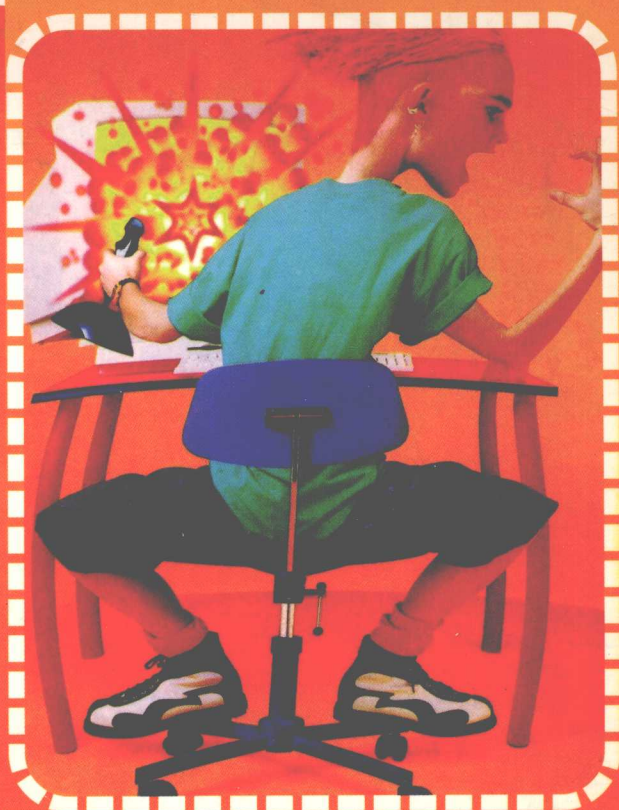
显示器基本原理 ■

多频显示器原理 ■

显示器实用维修技术 ■

显示器维修 ■

另附常用显示器电路图 ■



北京希望电子出版社  
Beijing Hope Electronic Press  
www.bhpe.com.cn

# 多频 显示器

柳永林 主编  
柳永林 宋汝江  
张建南 田真银

## 维修圣手



本书配套光盘内容包括  
与本书配套的电子书。

书中内容包括

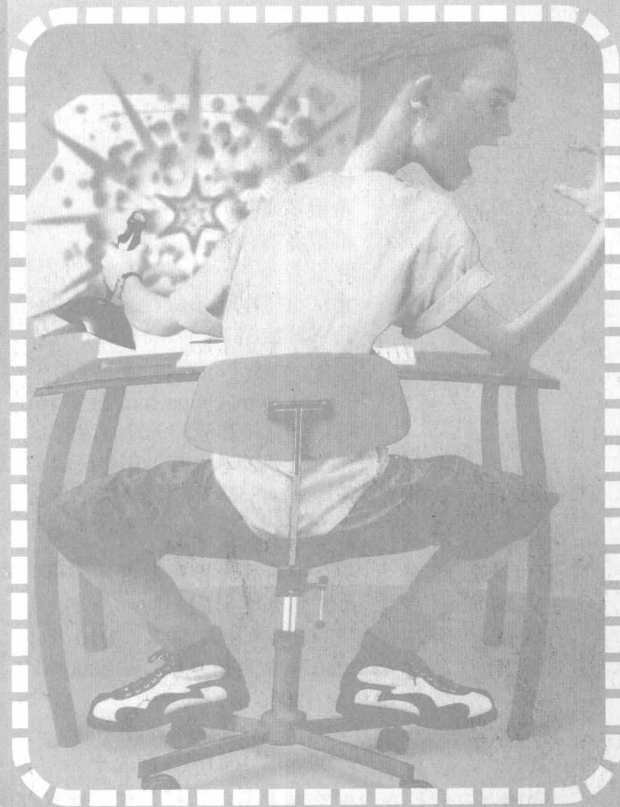
显示器基本原理 ■

多频显示器原理 ■

显示器实用维修技术 ■

显示器维修 ■

另附常用显示器电路图 ■



北京希望电子出版社  
Beijing Hope Electronic Press  
www.bhp.com.cn

## 内 容 简 介

这是一本关于多频显示器原理与维修方面的专著。本书的作者长期在一线从事各类显示器、主机的维修，本书是他们十多年维修经验的结晶。全书共四章。

第一章：显示器基本原理。本章重点介绍了显示器基本理论知识，它是维修显示器的理论基础。其中包括显示器组成原理框图，行、场扫描电路，视频电路，开关电源，行、场同步电路，显像管基本知识，显示器失真等。

第二章：多频显示器原理。这一章是本书的重点，分为两个部分。一部分介绍多频显示器基本原理，其中重点介绍了多频显示器特殊电路工作原理。另一部分则介绍了近几年显示器所采用的新技术。

第三章：显示器实用维修技术。主要介绍了显示器实用维修技术，包括维修方法、维修技巧、维修工具及有关技术资料等。

第四章：显示器维修。本章以维修实例为核心，重点介绍多频显示器维修实例，共 180 例。通过这些实例读者可加深理解多频显示器的理论，熟悉并掌握多频显示器有关电路特点、维修方法和维修技巧。

另外，在附录里还有几种常用显示器电路图。

该书理论与维修实际相结合，深入浅出，既有大量的电路分析，又有维修资料介绍，不仅是显示器生产、维修、销售人员的必备手册，而且是计算机专业人员不可多得的参考书，同时还可作相关领域培训教材。

本书配套光盘内容包括与本书配套的电子书。

系 列 书：自己动手组装、维修丛书（1）

书 名：多频显示器维修圣手

文本著作者：柳永林 主编

CD 制作者：希望多媒体开发中心

CD 测试者：希望多媒体测试部

责任编辑：赵玉芳

出版、发行者：北京希望电子出版社

地 址：北京海淀路 82 号，100080

网址：[www.bhp.com.cn](http://www.bhp.com.cn)

E-mail：[lwm@hope.com.cn](mailto:lwm@hope.com.cn)

电话：010-62562329,62541992,62637101,62637102, 010-62633308,62633309

（发行和技术支持）010-62613322-215（门市）010-62531267（编辑部）

经 销：各地新华书店、软件连锁店

排 版：希望图书输出中心

CD 生产者：北京中新联光盘有限责任公司

文本印刷者：北京双青印刷厂

规格 / 开本：787 毫米×1092 毫米 1/16 开本 22.5 印张 524.6 千字

版次 / 印次：2000 年 7 月第 1 版 2000 年 7 月第 1 次印刷

印 数：0001-3000 册

本 版 号：ISBN 7-900044-84-1/TP·84

定 价：55.00 元（ICD，含配套书）

说明：凡我社光盘配套图书若有自然破损、缺页、倒页、脱页，本社负责调换。

## 前 言

《显示器故障维修 300 例》一书 93 年出版后，深受同行和广大读者的喜爱，他们认为看了这本书收益很大，有的同志还提出了宝贵建议。在此表示衷心的感谢。

随着计算机技术的迅速发展，对显示器技术指标的要求也越来越高，这极大地促进了显示器的发展。目前生产的十五英寸以上的显示器，多数型号采用了微电脑技术、电子调整技术、节电技术、显示器自检技术、工装调整技术、微型元器件应用技术及显示器自动保护技术等。显示器显示尺寸也逐渐加大，从十四英寸发展到 20 英寸以上，而且同电视机一样出现了平面直角显示器，显示效果大大提高。由于显示器不断更新换代，因此“300 例”一书的有些内容已经过时。

最近有些同志来信，他们希望写一本既有理论(包括新技术)又包括实用维修技术(还有维修实例)的书。目前，国外出版这方面的书很少，国内虽然出版了一些，但对近几年发展起来的新技术涉及的不多。有很多维修工作者对显示器的维修有些问题感到束手无策，他们渴望有一本书作参考。对于这本书我也想过几年了，而且也搜集了一些资料，但始终没有勇气动笔，因为写这本书的难度太大了：(1) 因为这本书的工作量太大，希望有合作伙伴。(2) 参考书、参考资料少，特别是微电脑应用技术和集成电路资料都很少。(3) 这样的书内容涉及范围广，既包括基本理论部分又要包括最新技术、多频显示器原理、实用维修技术等，还要有若干维修实例，即所谓“干货”。(4) 本人的理论水平和文字水平不高，耽心半途而废，辜负广大读者的期望。现在，我有充足的时间了，经过反复考虑，下决心写这本书，准备用两到三年的时间写完并出版。这本书的出版如能对广大同行有所帮助，我就心满意足了，同时也了结了我多年的心愿。但因本人的水平有限，难免有不妥或是错误之处，希望广大同行提出宝贵意见，让我们共同探讨有关维修理论和维修技巧，以达到共同提高的目的。

参加本书编写工作的有张建南、张佰季、宋汝江、王瑞章、周敬、田真银、刘国红等同志。在编写过程中还得到了希望电脑公司副总裁秦人华老师、徐建华总编、陆卫民副总编、赵玉芳老师，以及王志宝、刘福顺、孙伟、柳哲、柳红、贾正、王宁、黄强、肖彦才、何进平、徐陆斌、曾然、吴承志等同志的大力帮助和支持，在此一并表示诚挚的谢意。

北京中软总公司

作者

1999 年 12 月

# 隆重开放

北京希望电子出版社 **网上书店**  
www.bhp.com.cn

(网上购书, 方便快捷, 国内免收邮费)



“希望网上书店”特点：一流设计、功能强大、栏目丰富、用户界面友好、使用方便、管道流畅、信息反馈迅速、服务周到。

“希望网上书店”功能：产品发布、网上营销、技术支持，欢迎海内外广大读者、新华书店、科技书店、软件连锁店、企事业单位、机关团体、部队、各类学校、科研院所到“希望网上书店”逛一逛，选购我们的产品，零售和批发业务现已正式开始。

“希望网上书店”产品内容：40类、2800种产品、多媒体产品超过300种，内容涉及劳动部全国通用证书指定教材、美国微软授权 Visual Studio 开发人员工具书、微软全球工程师资格证书标准教材、“火星人”为代表的三维动画制作指导书、“跨越”为代表的数码影像开发用书、Office 系列各版本相关技术书、全国青少年等级考试用书、大学非计算机专业教材、高校电脑专业教材、希望 COOL 图形图像系列书、21世纪中等职业教育教材、全国计算机等级考试新大纲一级 A (for DOS) 模拟软件等。每一种产品都渗透着我们对读者的一片深情。

“希望网上书店”在试营业期间受到广大朋友的青睐。其间有江西南昌、厦门、深圳、成都、昆明、上海、福州、重庆、澳大利亚等地的朋友从网上了解书讯，商谈合作，订购图书等，在此表示衷心的感谢！

“希望网上书店”欢迎海内外有兴趣的朋友、出版界的朋友与我们联系业务，合作开发或共同开发事宜，满足您的需求是我们始终追求的目标。

www.bhp.com.cn

您了解和获取最新的计算机图书吗?

### 功能简介

请选择希望网上书店

#### 1. 强大的检索功能

除了按我社编排的分类目录查找外,还提供按名称、编号、著作者、ISBN号、出版日期和定价等查找功能,并支持模糊查找。更有电脑系统提供的最热门图书/光盘。

#### 2. 图文并茂的内容介绍

详细介绍每一种图书/光盘的基本信息,包括内容简介、内容摘要和图片,目录和精彩章节,还有高级专业人士提供的推荐书目。

#### 3. 方便快捷的网上采购

面向读者和经销商,支持直观的超市购物方式和快捷的填单方式,提供网上发货通知服务。

#### 4. 最快、最全的书讯

与新书发行同步甚至提前的图书/光盘信息,可能会有“得来全不费工夫”的收获。

### 用法简介

请先进入“客户中心”,点按“客户注册”,填写注册表单。一次性注册以后,客户可以永久使用此注册信息,享受我们提供的各种优惠和服务。

注册成功后,请在“图书目录”、“隆重推出”等多处链接处进入购书区,在您需要购买的图书后面的“买”字图标上点按,网上书店会自动将您“买”的书送入“购物车”。

进入“购物车”,填写定单,键入您的注册名和口令,点按下方“提交定单”按钮,“网上书店”会给您一个定单号。汇款时请注明此定单号。“网上书店”会按此定单号给您免费邮寄!若您忘记了自己的定单号,可在“查看定单”里查看。

### 最新举措

1. “希望网上分销商”工程正式启动。凡有意在网上开设“希望网上书店”的朋友请与我们联系,同时提供您对“希望网上书店”的要求和建议。我们计划在全国各地建立“希望网上书店”连锁店,为当地的读者和客户提供图书和技术支持。凡取得“希望网上书店”连锁店证书的单位和个人均将享受我们比较优厚的待遇。

2. Web 版主——“心连心”计划欢迎全国各地网上对计算机图书、相关最新软件、计算机技术感兴趣的朋友成为我们的中间商,向您的朋友介绍和推荐希望版产品,一经成交,我们将给予物质奖励;同时欢迎广大朋友参与我们的活动并与我们合作,营造中国最大、最权威的计算机图书市场。您无需投入,只等回报。

此两项计划近期内推出,敬请随时关注我们的广告和Web站点,欢迎来函、来电垂询。

3. “希望数码时空”欢迎国内从事数码影像设计和三维动画制作的广大朋友将您的多年开发成果和正在开发的项目向我社推荐。我们正在出版一本“希望数码时空”刊物,由国内一批高手专题介绍平面设计和三维动画设计领域的关键技术、精彩范例、使用技巧等内容,凭借希望十几年来建立的庞大销售管道和强大的行销队伍,以及国内广大的用户基础,欢迎国内同行踊跃投稿,凡被我社采用的作品均将获得丰厚的回报。希望更多的“火星人”、“新纪元”、“跨越”加入“希望数码时空”新天地。E-Mail: qrh@hope.com.cn。

北京希望电子出版社

通信地址:北京中关村083信箱

邮政编码:100080

联系人:王守刚

电话:(010)82624263 62628147-53 转 103

E-Mail: hongyanwu@yahoo.com

lwm@hope.com.cn

## 《希望书盘交流俱乐部》会员回执表

姓 名		年 龄		职 业	
工作单位				学 历	
通讯地址				邮 编	性 别
E-MAIL				电 话	
主要技术专长				卡 号	
您需要何种书/盘 (请在下列 <input type="checkbox"/> 内打勾)					
<input type="checkbox"/> Visual J++, Java	<input type="checkbox"/> HTML	<input type="checkbox"/> Delphi	<input type="checkbox"/> Internet Explorer		
<input type="checkbox"/> Visual C++	<input type="checkbox"/> Visual Basic	<input type="checkbox"/> Visual FoxPro	<input type="checkbox"/> C++ Builder		
<input type="checkbox"/> SQL Server	<input type="checkbox"/> PowerBuilder	<input type="checkbox"/> AutoCAD	<input type="checkbox"/> Protel		
<input type="checkbox"/> Word	<input type="checkbox"/> Excel	<input type="checkbox"/> PowerPoint	<input type="checkbox"/> Outlook		
<input type="checkbox"/> Windows 95/98	<input type="checkbox"/> Windows NT	<input type="checkbox"/> Oracle	<input type="checkbox"/> UNIX		
<input type="checkbox"/> Photoshop	<input type="checkbox"/> Director	<input type="checkbox"/> 3DS/MAX	<input type="checkbox"/> Premiere		
<input type="checkbox"/> CorelDRAW	<input type="checkbox"/> Illustrator	<input type="checkbox"/> PageMaker	<input type="checkbox"/> Authorware		
<input type="checkbox"/> Freehand	<input type="checkbox"/> 维修技术	<input type="checkbox"/> 硬件技术	<input type="checkbox"/> Sybase		
			<input type="checkbox"/> 其它(请写明)		

请用正楷认真填写上表 以便我们准确记录您的信息 与您及时联系  
 (请沿虚线剪下)

## 希望书盘交流俱乐部 会员须知

- 一、 为了给近十年来热心支持和选购希望电脑书盘的新老朋友更好的回报, 特成立希望书盘交流俱乐部。凡该俱乐部会员, 除在购买书盘时享受相应优惠外, 还能及时准确地获取希望最新书盘信息, 参加定期联谊活动和培训讲座, 可得到深层次的技术支持, 并享有作品优先出版权。
- 二、 凡在我社购买书盘符合以下条件者, 即可持有相应会员卡并享受相应的优惠及服务。
  1. 用户在一性购买 100.00 元以上的书盘时, 即可成为本俱乐部的**普通卡**会员, 并在今后的购书中, 本市会员予以 **5%** 优惠; 外地会员免加邮费。会员将在本俱乐部建有个人档案。
  2. 会员在一年内累计购书 500.00 元, 即可升级成为本俱乐部的**银卡**会员, 本市银卡会员凭卡购书可获 **10%** 优惠; 外地会员免邮费同时优惠 **5%**。
  3. 会员在一年内累计购书 1000.00 元以上, 即可升级成为本俱乐部的**金卡**会员, 本市金卡会员凭卡购书可获 **15%** 优惠; 外地会员免邮费同时优惠 **10%**。
  4. 会员升级后, 原卡收回, 换发新卡。
- 三、 会员若连续一年未购书盘, 就不再享有会员特权, 此卡自动取消。
- 四、 本卡遗失后, 由该卡的指定联系人办理补卡手续。
- 五、 持卡人或联系人的通讯地址及联系方法发生变动时, 请及时与俱乐部联系。

联系地址 北京中关村 083 信箱 北京希望电子出版社      邮 编 100080  
 联系电话 010-62613322-215      联系人 常丽  
 注 外地用户填好上表后请将此表寄回

## 《希望书盘交流俱乐部》会员回执表

姓名		年龄		职业	
工作单位				学历	
通讯地址				邮编	性别
E-MAIL				电话	
主要技术专长				卡号	
您需要何种书/盘 (请在下列 <input type="checkbox"/> 内打勾)					
<input type="checkbox"/> Visual J++, Java	<input type="checkbox"/> HTML	<input type="checkbox"/> Delphi	<input type="checkbox"/> Internet Explorer		
<input type="checkbox"/> Visual C++	<input type="checkbox"/> Visual Basic	<input type="checkbox"/> Visual FoxPro	<input type="checkbox"/> C++ Builder		
<input type="checkbox"/> SQL Server	<input type="checkbox"/> PowerBuilder	<input type="checkbox"/> AutoCAD	<input type="checkbox"/> Protel		
<input type="checkbox"/> Word	<input type="checkbox"/> Excel	<input type="checkbox"/> PowerPoint	<input type="checkbox"/> Outlook		
<input type="checkbox"/> Windows 95/98	<input type="checkbox"/> Windows NT	<input type="checkbox"/> Oracle	<input type="checkbox"/> UNIX		
<input type="checkbox"/> Photoshop	<input type="checkbox"/> Director	<input type="checkbox"/> 3DS/MAX	<input type="checkbox"/> Premiere		
<input type="checkbox"/> CorelDRAW	<input type="checkbox"/> Illustrator	<input type="checkbox"/> PageMaker	<input type="checkbox"/> Authorware		
<input type="checkbox"/> Freehand	<input type="checkbox"/> 维修技术	<input type="checkbox"/> 硬件技术	<input type="checkbox"/> Sybase		
			<input type="checkbox"/> 其它(请写明)		

请用正楷认真填写上表 以便我们准确记录您的信息 与您及时联系  
(请沿虚线剪下)

## 希望书盘交流俱乐部 会员须知

- 一、 为了给近十年来热心支持和选购希望电脑书盘的新老朋友更好的回报, 特成立希望书盘交流俱乐部。凡该俱乐部会员, 除在购买书盘时享受相应优惠外, 还能及时准确地获取希望最新书盘信息, 参加定期联谊活动和培训讲座, 可得到深层次的技术支持, 并享有作品优先出版权。
- 二、 凡在我社购买书盘符合以下条件者, 即可持有相应会员卡并享受相应的优惠及服务。
  1. 用户在一性购买 100.00 元以上的书盘时, 即可成为本俱乐部的**普通卡**会员, 并在今后的购书中, 本市会员予以 **5%** 优惠; 外地会员免加邮费。会员将在本俱乐部建有个人档案。
  2. 会员在一年内累计购书 500.00 元, 即可升级成为本俱乐部的**银卡**会员, 本市银卡会员凭卡购书可获 **10%** 优惠; 外地会员免邮费同时优惠 **5%**。
  3. 会员在一年内累计购书 1000.00 元以上, 即可升级成为本俱乐部的**金卡**会员, 本市金卡会员凭卡购书可获 **15%** 优惠; 外地会员免邮费同时优惠 **10%**。
  4. 会员升级后, 原卡收回, 换发新卡。
- 三、 会员若连续一年未购书盘, 就不再享有会员特权, 此卡自动取消。
- 四、 本卡遗失后, 由该卡的指定联系人办理补卡手续。
- 五、 持卡人或联系人的通讯地址及联系方法发生变动时, 请及时与俱乐部联系。

联系地址 北京中关村 083 信箱 北京希望电子出版社  
联系电话 010-62613322-215

邮 编 100080  
联系人 常丽

注 外地用户填好上表后请将此表寄回



# 目 录

<b>第一章 显示器基本原理</b> .....	1
第一节 显示器概况 .....	1
第二节 显示器组成原理框图及各部分主要功能 .....	8
第三节 显像管基本知识 .....	10
第四节 行扫描电路 .....	22
第五节 场扫描电路 .....	35
第六节 枕形失真及延伸性失真 .....	39
第七节 行、场同步电路 .....	43
第八节 视频电路 .....	44
第九节 亮度、对比度和自动亮度控制电路 .....	59
第十节 消隐和消亮点电路 .....	63
第十一节 显示器电源 .....	65
第十二节 多频显示器特点 .....	83
第十三节 大屏幕显示器特点 .....	85
<b>第二章 多频显示器原理</b> .....	86
第一节 同步信号极性处理电路 .....	86
第二节 频率自动跟踪系统 .....	94
第三节 行幅自动调整和枕形失真自动校正电路 .....	124
第四节 "S"校正电容自动调整电路 .....	133
第五节 行输出电源电压自动调整电路 .....	140
第六节 场幅自动调整电路 .....	149
第七节 行、场中心自动调整电路 .....	155
第八节 面板参数调整电路 .....	158
<b>第三章 显示器实用维修技术</b> .....	167
第一节 显示器故障现象及其分析 .....	167
第二节 显示器故障类型及其分类方法 .....	169
第三节 显示器维修方法与技巧 .....	171
第四节 显示器维修工具 .....	185
第五节 显示器维修注意事项 .....	188
<b>第四章 显示器维修</b> .....	190
第一节 CPU 及其控制电路 .....	190
第二节 行场扫描电路 .....	206
第三节 视频电路 .....	253
第四节 电源 .....	273
第五节 显像管及其附属电路 .....	305
<b>附录 常用显示器电路图</b> .....	323
<b>参考文献</b> .....	354

# 第一章 显示器基本原理

本章主要是针对初学者而编写的，所写内容是最基本的理论知识，且不涉及很多的数学公式，只是定性地进行基本原理的阐述，易学、易懂，比较容易掌握。另一方面，本章的内容对每一个显示器维修工作者来说又是必不可少的理论基础知识，因此这一章的内容又是非常重要的。

## 第一节 显示器概况

### 一、显示器发展概况

显示器的发展是伴随计算机的发展而发展起来的。在颜色方面由单色（绿色、黄色、琥珀色、纸白色）发展到彩色。单色显示器由单色发展到多灰度（16个灰度）单色显示器，VGA单色显示器，而后发展为VGA多频单色显示器。彩色显示器最初只有4色，很快发展到8色→16色→64色→ $2^n$ 颜色。（从理论上讲颜色是无限的），目前大屏幕可到数万种颜色。

在分辨率方面：从低分辨率（ $320 \times 200$ ）到中分辨率  $640 \times 200 \rightarrow 640 \times 350 \rightarrow 640 \times 400$ ，到高分辨率  $640 \times 480 \rightarrow 800 \times 600 \rightarrow 1024 \times 768$ ，发展到超高分辨率  $1280 \times 1024 \rightarrow 1280 \times 1280$ 、 $1600 \times 1280$  以上。

显示方式为 CGA → EGA (Enhanced Graphic Adaptor) → VGA (Video Graphic Adaptor) → SVGA (Super Video Graphic Adaptor) → 8514/A → TVGA → XGA, VISA 等。输入信号从分离式的 TTL 发展为模拟信号 (Analog)。

在扫描频率方面：行扫描（又称水平扫描）从单一频率到多频自动跟踪，其扫描范围从 15.8kHz 到 120kHz，甚至更高，场扫描频率从 50Hz 到 120Hz，甚至更高。

在显像管方面：从黑白显像管发展到彩色显像管，从三枪到单枪，从曲面发展到平面直角，显像管点距（玻璃体上色点之间的距离称为点距）从 0.6mm 以上，很快发展为  $0.39\text{mm} \rightarrow 0.31\text{mm} \rightarrow 0.25\text{mm} \rightarrow 0.21\text{mm}$ ，甚至更小。显像管点距越小，显示器的分辨率越高，显像管的价格越贵。显示器分辨率的高低除了与显像管的点距有关外，还与显示适配器（又称彩色显示控制卡，现在都作在主机板上）有关，即显示控制卡的分辨率。显像管的尺寸大小向两个方向发展，大屏幕发展到 20 英寸以上，小屏幕小到 9 寸以下。

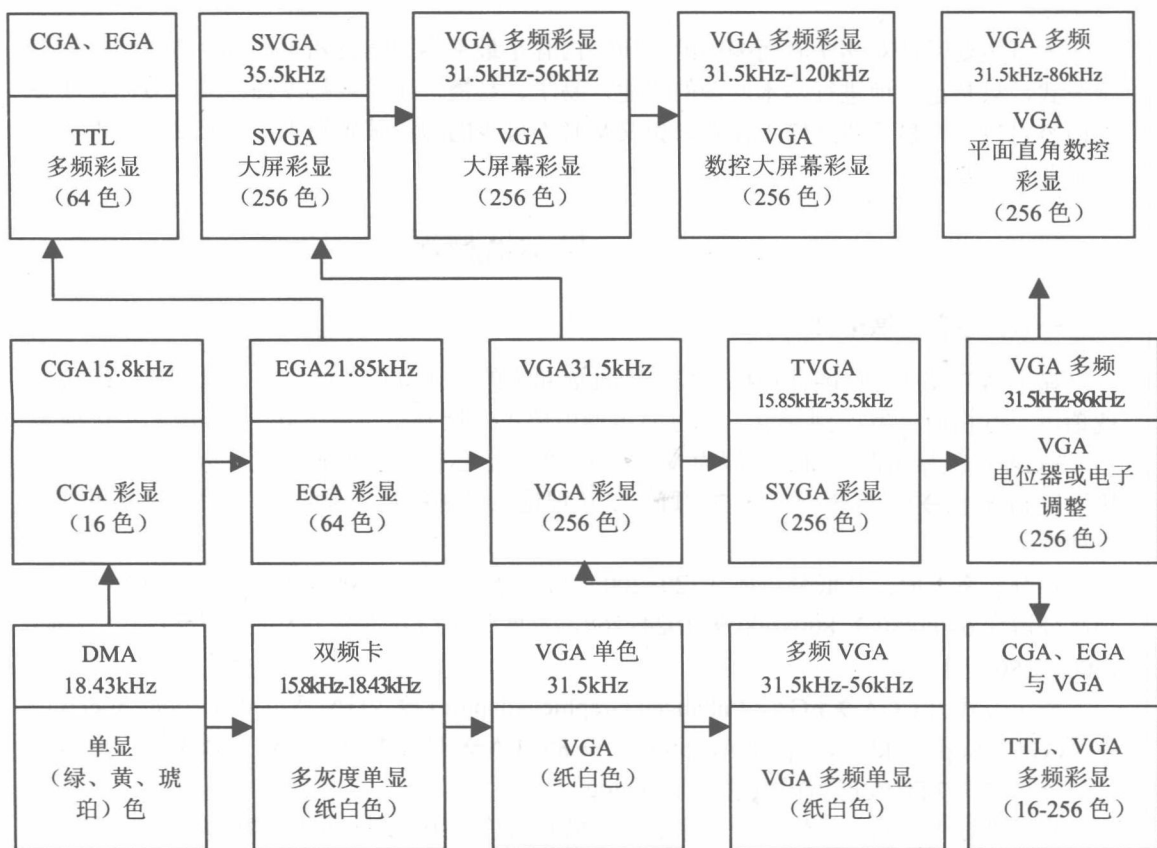
在电路方面：从分离元件 → 到局部采用集成电路，比如行场振荡采用集成电路 → 到显示器各组成部分（电源、扫描电路、同步信号处理电路、视频信号处理电路等）均有部分电路采用了集成电路；从小规模集成电路 → 中规模集成电路 → 大规模集成电路 → 到超大规模集成电路（SLSI）以及微电脑的应用。

在元器件方面：是从电子管 → 晶体管，从大型元件 → 小型元件 → 超小型元件（电阻、电容、电感、集成电路等），采用贴片技术，使得体积更小，提高了可靠性。

显示器在应用方面也越来越广泛，而且在向高科技领域发展。如计算机辅助设计（CAD）、电脑辅助生产制造（CAM）、各种工作站（EWS）、办公自动化（OA）系统，

高档微机监控系统和空中遥感绘图分析、多媒体等。

下面用原理方块图说明显示器的发展概况。如图 1.1 所示。



注：凡是采用电子调整的显示器均由微电脑控制

图 1.1 显示器发展示意图

## 二、显示器种类

显示器主要分两大类：一是平板式显示器，主要包括液晶显示器、等离子显示器、真空荧光显示器、电致发光显示器等，其中液晶显示器在笔记本电脑中得到了极其广泛的应用。二是阴极射线管（CRT）显示器，本书只介绍这类显示器。阴极射线管显示器的分类方法有几种，下面作具体说明。

1. 按显示颜色分类可分为单色显示器和彩色显示器两种。

单色显示器屏幕所显示字符（或图形）的颜色取决于显像管玻璃体所涂荧光粉的颜色，有绿色（Green）、黄色（Yellow）、琥珀色（Amber）、纸白色（Paper White），该类显示器称为多灰度单色显示器。单色显示器有 12 英寸、14 英寸的，还有超小型 VGA 多频单色显示器，这类显示器体积小、重量轻、图像清晰，最适用于户外或流动性强的工作场合。单色显示器由于价格便宜，曾经很受银行和邮电部门的欢迎。

彩色显示器所采用的彩色显像管有荫罩管，自会聚管，而荫罩管已逐渐被淘汰。彩色显示器可给出无限种颜色，因此显示的图形效果令人满意，由于彩色显像管的成本高而造成彩色显示器的价格较贵，特别是 17 寸以上的大屏幕彩色显示器就更贵了。但是近两年由于市场竞争价格大幅度下降。

2. 按显示卡分类可分为 5 种。

(1) MDA 单色显示器，与之相配合使用的是 IBM PC 微机和单色显示适配卡 (Monochrome Display Adapter)，它只能提供文本方式，分辨率为  $720 \times 350$ ，行频为 18.432kHz，场频为 50Hz。而大力神 (Hercules) 单色显示适配卡具有图形显示功能，分辨率为  $720 \times 350$ ，后来又有多灰度单色显示器。

(2) CGA 彩色显示器，分辨率为  $640 \times 200$ ，行频为 15.8kHz，场频为 60Hz，现在基本被淘汰。

(3) EGA 彩色显示器，分辨率为  $640 \times 350$ ，行频为 21.8kHz，场频为 60Hz。现在基本被淘汰。

(4) VGA 彩色显示器，与之配合使用的显示卡是 VGA (Video Graphic Array) 卡，其分辨率为  $640 \times 480$ ， $640 \times 400$ ， $640 \times 350$ ，行频为 31.5kHz，场频为 60Hz/70Hz，可显示颜色为 256 种。另外有 VGA 单色显示器，这两种显示器所运行的应用程序可互换。它们的输入信号均为 R、G、B 模拟信号。单色显示器用灰度表示彩色信号。

(5) 多频显示器，多频显示器由美、日两国在 80 年代率先推出。多频显示器可与任何显示视配卡直接相连。多频显示器首先推出的是 TTL 信号输入的双频显示器，显示方式有 CGA 和 EGA 两种。例如 AST、IBM、COMPAQ、GW 等公司都曾生产过该种显示器。很快又推出 TTL 和 VGA 两用显示器，这种显示器的频率范围还不高，只有 31.5kHz。随后 VGA 双频显示器就出现了，即所谓 SVGA 显示器，它的频率上升为 35.52kHz，分辨率为  $800 \times 600$ ，并兼容标准 VGA。随着计算机及其应用的迅速发展，对显示器的要求越来越高，因此 CGA、EGA 两种显示器也已逐渐被淘汰。于是 VGA 多频显示器就得到了极为广泛的应用和发展。目前据悉它的行频可达到 120kHz 甚至更高，场扫描频率可达 120Hz 或更高。

3. 按扫描频率分类。

可分为单频显示器和多频显示器。

(1) 单频显示器，行扫描频率固定不变。各种型号的显示器开始都是单频显示器，后来发展为多频显示器。

(2) 多频显示器，它是目前市场上最流行的显示器，也是今后显示器发展的方向。

4. 按输入信号分类可分为两种。

(1) 数字 (TTL) 显示器，这种显示器的输入信号是分离式的 TTL 脉冲信号。其输入视频信号最多有 6 个 (R、G、B 各两个)，最多可显示颜色为  $2^n=64$ ，n 为视频信号的个数，最少为 3 个最多为 6 个。CGA、EGA 彩色显示器就属于这一类。

(2) 模拟 (Analog) 显示器，其视频输入信号只有三个模拟信号。这种显示器从理论上讲可显示无穷多的色彩，但实际上要受彩色显示控制卡显示能力的限制。这种显示器是今后发展的方向。

显示方式见表 1.1。

表 1.1

方式	分辨率	行点数	行频(Hz)	极性	场线数	场频 (Hz)	极性	点频 (MHz)
0	640×350	800	31.47	+	449	70	-	25.175
1	640×400	800	31.47	-	449	76	+	25.175
2	640×480	800	31.47	-	525	60	-	25.175
3	640×350	832	37.86	+	450	84	-	31.500
4	640×400	832	37.86	-	450	84	+	31.500
5	640×480	832	37.86	-	520	73	-	31.500
6	640×480	832	48.08	-	535	90	-	40.000
7	640×480	848	52.59	-	535	120	-	55.000
8	640×480	848	64.25	-	535	120	-	55.000
9	800×600	1024	35.16	+	625	56	+	36.000
A	800×600	1056	37.88	+	628	60	+	40.000
B	800×600	1008	44.54	+	636	70	+	44.900
C	800×600	1040	48.41	+	666	73	+	50.350
D	800×600	1040	48.41	+	641	75	+	50.350
E	800×600	1040	62.50	+	625	100	+	65.000
F	800×600	1040	76.92	+	641	120	+	80.000
10	1024×768	1264	35.52	+	817	87	+	44.900
11	1024×768	1344	48.36	+	840	60	+	65.000
12	1024×768	1328	56.48	+	806	70	+	75.000
13	1024×768	1280	58.59	+	813	72	+	75.000
14	1024×768	1328	60.24	+	803	75	+	80.000
15	1024×768	1392	79.02	+	801	100	+	110.00
16	1152×864	1456	44.64	+	1026	87	+	65.000
17	1152×864	1456	54.95	+	916	60	+	80.000
18	1152×864	1456	75.54	+	994	76	+	110.00
19	1280*1024	1632	45.95	-	1058	87	-	75.000
1A	1280*1024	1600	50.00	-	1150	87	-	80.000
1B	1280*1024	1600	50.00	-	1066	95	-	80.000
1C	1280*1024	1712	64.25	+	1071	60	+	110.00
1D	1024*1024	1344	81.85	+	1077	76	+	110.00
1E	1280*1024	1664	48.08	-	1105	87	-	80.00
1F	1024*1024	1344	81.85	+	1077	76	+	110.00

### 三、扫描问题

对于扫描问题，在这里不讲具体电路的工作原理，而是对逐行扫描和隔行扫描做些介绍，以便更多人了解什么叫逐行扫描和隔行扫描，为什么电视采用隔行扫描方式，为什么有的显示器采用逐行扫描，有的显示器采用隔行扫描，而同一种型号显示器为什么既可采用逐行扫描又可采用隔行扫描等。

电子束在显像管荧光屏上的有规律的运动叫扫描。电子束在显像管荧光屏上作水平方

向的扫描，通常叫水平扫描或行扫描，本书采用行扫描这个术语；电子束在显像管荧光屏上作垂直方向的扫描，通常叫垂直扫描或场扫描，本书采用场扫描这个术语。

显示器的扫描与电视一样，扫描方式是从左到右自上而下地扫描。在水平方向先从左到右进行正程扫描，接着快速从右端回到左端完成一周工作，整段时间称为“行扫描周期”，其重复频率叫“行频”用  $f_H$  表示。在垂直方向先自上而下进行正程扫描，接着快速从下端回到上端完成一周工作，整段时间称为“场扫描周期”，其重复频率叫“场频”以  $f_V$  表示。一般人的眼睛对低于 46Hz 的频率会感到屏幕在闪烁。为了克服这种闪烁，我国电视采用隔行扫描，而有的显示器也采用隔行扫描。我国电视采用 625 行制，在垂直方向上将一帧图像分成 625 行来传送，规定一秒钟内将图像由上而下地传送 25 遍，传送一遍叫一帧，因此帧频是 25Hz。25Hz 的扫描频率对人来讲太不适应了，于是将 625 行分成两次传送，每次传送 312.5 行（叫做一场），因此场频是 50Hz。满足隔行扫描的条件是场频与行频之间要满足下式关系：

$$f_H = (n + 1/2) f_V$$

假设  $f_z$  表示“帧频”，因为  $f_V$  等于  $f_z$  的两倍，所以有

$$f_H = (2n + 1) f_z$$

实际扫描过程是连续不断的，所谓隔行是指在一幅画面上，扫描时间相继的两行是落在相隔一行的空间位置上。对于逐行扫描帧频与场频是一样的。若采用隔行扫描，一幅中的第一场扫描奇数行（第 1、3、5、7、9……行），第二场扫描偶数行（第 2、4、6、8……行）。隔行扫描用示意图表示，见图 1.2。

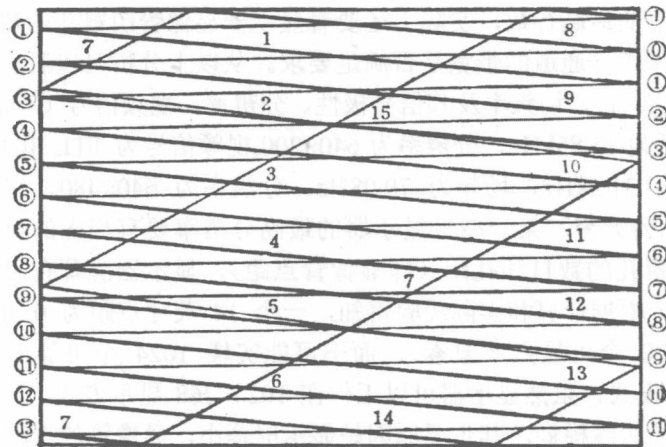


图 1.2 隔行扫描示意图

图中编号 1、2、3……表示扫描的时间顺序，两边的编号①、②、③……表示扫描行的空间顺序（位置）。实线表示正程扫描轨迹，虚线表示逆程扫描轨迹。从图可见，第一场扫描了①、③、⑤……⑩行，第 5 行开始不久转入垂直逆程，第 6 行开始一段之后转入垂直正程，第二场开始，第 7 行至第 10 行，扫描了③、④、⑥……⑩行，第 10 行结束。第二场转入逆程，逆程结束转入第三场。第三场的扫描与第一场完全重合，第四场的扫描与第二场完全重合。以后重复进行。显示器的扫描频率与扫描线数的关系与电视相同。但

显示器的垂直分辨率与扫描线数不完全是一个概念。

#### 四、显示方式与行、场频率的关系

在行、场扫描问题中已讲到我国电视标准，行扫描频率为 15625Hz，场扫描频率为 50Hz，每场的扫描线数为 312.5 线，即

$$\text{行频/场频} = 15626/50 = 312.5 \text{ 线}$$

因为电视采用隔行扫描，每一帧画面（一幅画面）分两次扫描完成 625 线。电视隔行扫描理论对显示器完全适用。

计算机的组成可分成三部分，即计算机主机、显示系统和电源。原理方框图如图 1.3 所示。

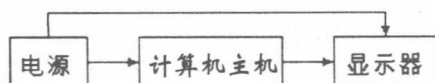


图 1.3 计算机组成示意图

显示系统包括显示控制卡和显示器。显示控制卡输送给显示器的信号有行、场同步信号，以保证显示画面的稳定有序，R、G、B（TTL 或 Analog）信号输送给显示器可随时观察计算机的工作过程和结果。显示卡的晶振频率（或 2 分频，4 分频等）决定了点频（点周期），显示卡的总偏程值决定了每行最高点数和垂直行数，而点频决定了行场频率。显示系统的显示方式首先（最主要的）是由显示卡决定行、场扫描频率，每行最高可显示点数和每场有可显点的最高行数，实际上还要看显示器显像管荫罩孔的数目和显示器荧光屏有效尺寸以及视频信号通道的带宽是否满足要求。从以上分析可以看出显示卡的制作决定了显示方式，包括：行、场频率及其信号极性、分辨率、视频信号（TTL 或 Analog 信号）。比如 CGA 卡行频为 15.85kHz，分辨率为 640×200，视频信号为 TTL 电平脉冲信号，16 色。VGA 标准行频为 31.5kHz，场频为 70.08Hz，分辨率为 640×480，视频信号为模拟信号（Analog），颜色为无穷。某一型号显示器的最高分辨率要有相应的显示卡配合使用，它取决于显像管荫罩孔的数目和孔距（即显像管点距），显示器屏幕有效显示尺寸以及视频信号通道的带宽。根据计算和实际经验得知，一个 14 英寸点距为 0.31mm 的显示器在水平方向可实现 800 个可显点（像素），而不可能实现 1024 个可显点，即使计算机设置 1024×768 的显示模式，虽然显示器可以工作在 1024×768 显示方式，但效果是不好的，会造成字符、图形的边缘模糊。其主要原因是显示屏幕小，显像管的点距不够小。比如 IBM 8514/A 要实现 1024×768 的显示，则要求使用 0.28mm 点距、16 英寸以上的显像管，若使用 14 英寸显像管，则要求它的点距为 0.24mm，这样才能达到满意的效果。

#### 五、显示器失真问题

不管是单色显示器还是彩色显示器的图像（包括字符显示）都会存在程度不同的失真问题。由于产生失真的原因不同，又分为几何失真和非线性失真两种。几何失真是由于物理原因造成的，例如：偏转线圈制作工艺误差及其安装误差等。而非线性失真是由于各元件都存在电阻损耗或元件性能在使用过程中变坏等原因造成的。所以不能笼统的谈论失真

问题。下面对两种不同性质的失真问题进行简单的分析。

### 1. 几何失真

几何失真有枕形失真，梯形失真，平行四边形失真，桶形失真，倾斜失真 5 种。光栅几何失真示意图见图 1.4。



图 1.4 光栅几何失真示意图

下面从电工学原理角度讲一讲偏转线圈的工作原理，以及由偏转线圈引起的几何失真。偏转线圈分行偏转线圈和场偏转线圈，它们分别使电子束作水平和垂直方向的扫描。当偏转线圈有电流通过时就产生磁场。电子束在磁场作用下，就在屏幕上从左至右从上到下进行反复扫描。

行偏转线圈分上下两部分，产生垂直方向的磁场，使电子束作水平方向的偏转，场偏转线圈分左、右两部分，产生的磁场是水平方向的，使电子束作垂直方向的偏转。如果行、场偏转线圈的磁场彼此不垂直，光栅就会产生平行四边形失真，若磁场不对称，一边强一边弱，光栅就会产生梯形失真。但偏转线圈作好后就不能改变，如果失真太严重就得作废；不太严重可通过放在偏转线圈周围的附加磁性物质所产生的附加磁场来修正，使光栅几何失真限定在规定范围内。由于对几何失真要求越来越严格，上述办法已不能满足需要，所以当前最流行的显示器都采用电子调整或通过电路进行调整的方法（在第二章有详细介绍）。

### 2. 非线性失真

一般系指行、场扫描引起的失真，即行线性失真和场线性失真。行线性失真主要原因是由于行输出管放大倍数不够大，高频特性不好以及阻尼管、偏转线圈等都不是理想元件，且存在电阻损耗等原因造成的，一般利用行线性调整线圈进行调整。但行扫描频率不断提高，从 15kHz 上升到 120kHz，甚至更高，采用固定不变的线性调整已不能满足要求，所以当前较高档次显示器均采用动态行线性调整（将在第二章详细介绍）。场线性失真主要原因是场输出管性能不良等原因造成的。

### 3. 延伸性失真

延伸性失真是由于电子束在荧光屏的中心区域与边缘在相同角速度下，而线速度不同造成的失真。这个问题将在本章第七节中讲述。



## 第二节 显示器组成原理框图及各部分主要功能

### 一、原理框图

显示器由行扫描电路、场扫描电路、视频处理电路、视频放大电路、同步信号处理电路、亮度调整电路、自动亮度 (ABL) 控制电路、电源和显像管等八部分组成。原理框图见图 1.5 所示。

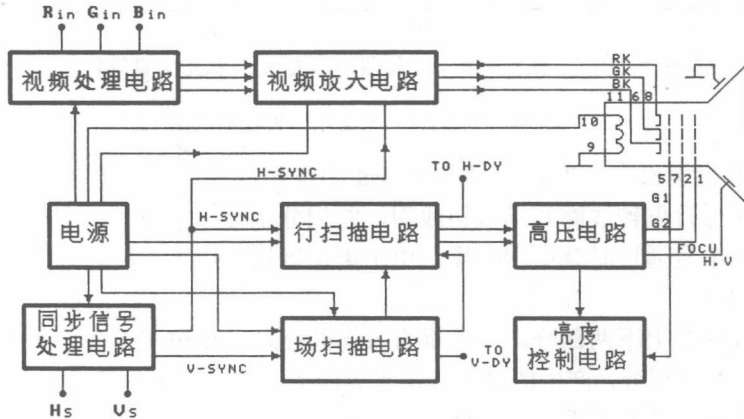


图 1.5 显示器组成原理框图

### 二、各框主要功能

#### 1. 视频处理电路

目前流行的显示器绝大部分是 VGA 彩色显示器，但个别用户还在使用 TTL (CGA、EGA) 彩色显示器，所以该电路包括这两种显示器的内容。VGA 显示器视频处理电路的主要功能是，将计算机送入的 R、G、B 模拟脉冲信号进行视频处理后送入视频放大电路。视频处理电路多数都采用 M51387 或 LM1203N 两种芯片。TTL 彩色显示器视频处理电路先将 TTL 数字信号进行放大整形，然后进行释码处理，再将 TTL 信号变成模拟信号，送入视频放大电路。整形放大一般彩三极管，释码处理常采用 N82S147AN (同 DM74S472N) 或 N82S135N，D/A 转换电路前几年常采用分离元件，现在均采用集成电路。两种显示器视频处理电路都具有对比度控制功能，亮平衡调整功能等。

#### 2. 视频放大电路

主要功能是对经过视频处理后的模拟信号进行放大，常通过射极跟随器输出送入显像管阴极 RK、GK、BK。该电路还具有暗平衡调整功能，保证屏幕背景颜色适宜，该电路有足够的带宽和放大量，保证图像清晰不失真。

#### 3. 行扫描电路

(1) 输送给行偏转线圈线性良好的行频锯齿波电流，峰值可达几个安培。